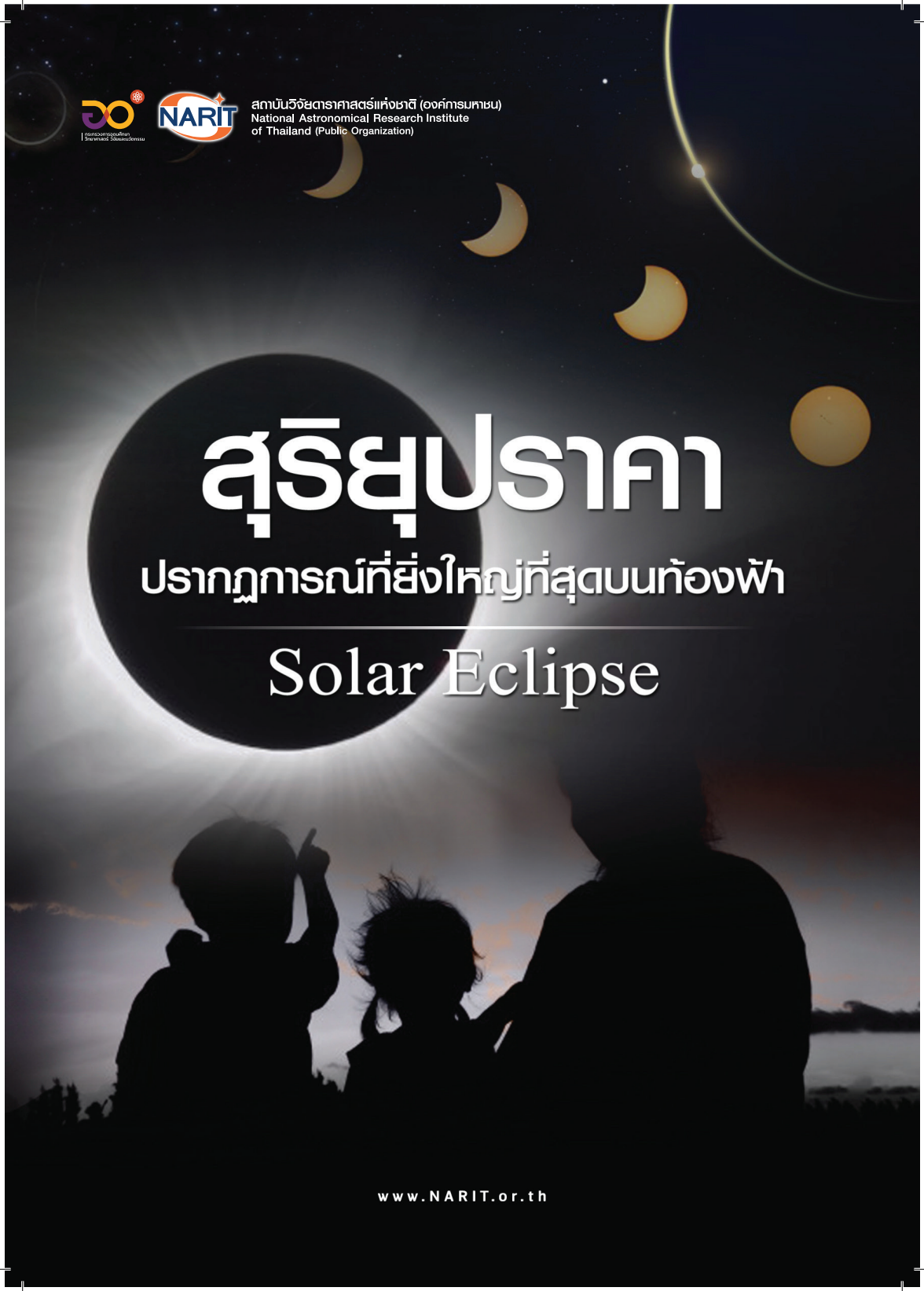
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
National Astronomical Research Institute
of Thailand (Public Organization)

สุริยุปราคา

ปรากฏการณ์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดบนท้องฟ้า

Solar Eclipse



www.NARIT.or.th

สุริยุปราคาคืออะไร?

สุริยุปราคา (Solar Eclipse) คือ ปรากฏการณ์ที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่มาอยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เงาของดวงจันทร์ที่ทอดยาวมายังโลกทำให้ผู้สังเกตบนโลกเห็นว่าดวงจันทร์เคลื่อนที่เข้ามาบังดวงอาทิตย์ ปรากฏการณ์สุริยุปราคาสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะปรากฏขณะที่ดวงจันทร์เข้าบังดวงอาทิตย์ได้ ดังนี้

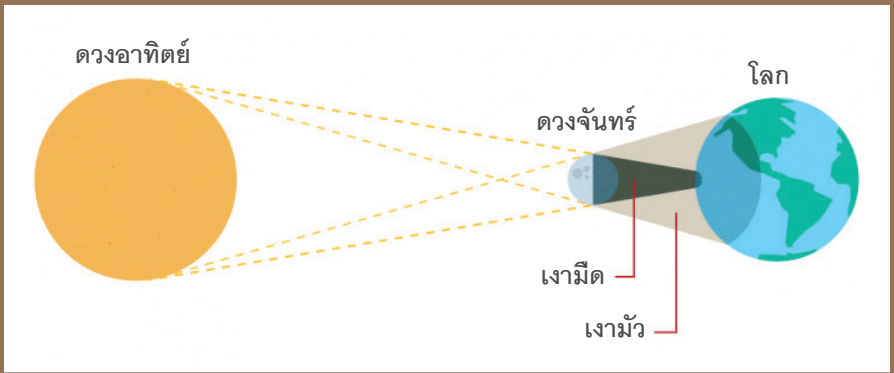
1. สุริยุปราคาเต็มดวง (Total Solar Eclipse)

ปรากฏการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง

หากผู้สังเกตบนโลกเห็นดวงจันทร์บดบังดวงอาทิตย์ได้ทั้งหมดจะเรียกว่า สุริยุปราคาเต็มดวง (Total Solar Eclipse)

วงโคจรของดวงจันทร์นั้นค่อนข้างรี ดังนั้น บางช่วงเวลาดวงจันทร์จะอยู่ใกล้และบางช่วงเวลาดวงจันทร์จะอยู่ไกลจากโลก ถ้าเกิดสุริยุปราคาในช่วงที่ดวงจันทร์อยู่ใกล้โลก เราจะมองเห็นดวงจันทร์มีขนาดปรากฏใหญ่กว่าดวงอาทิตย์ ทำให้ดวงจันทร์สามารถบดบังดวงอาทิตย์ได้ทั้งหมด เกิดเป็นสุริยุปราคาเต็มดวง

เส้นทางที่เงามืดของดวงจันทร์พาดผ่านบนพื้นผิวโลกเรียกว่า ‘แนวคราสเต็มดวง’ (Path of Totality) และคนบนโลกที่อยู่ในแนวคราสเต็มดวงจะสามารถเห็นปรากฏการณ์สุริยุปราคาเต็มดวงได้

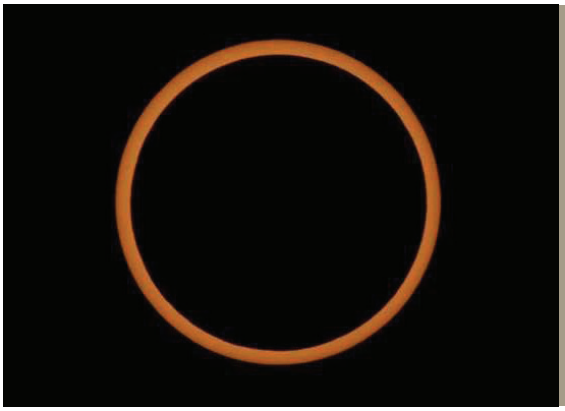


แผนภาพแสดงตำแหน่งโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ ขณะเกิดสุริยุปราคา

การเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงจะเริ่มต้นจากการที่เราสังเกตเห็นดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ไปบางส่วน ซึ่งกว่าจะเข้าบังเต็มดวงจะกินเวลาราว ๆ 1 ชั่วโมง แต่เมื่อแสงสุดท้ายจากดวงอาทิตย์หายไป สุริยุปราคาเต็มดวงจึงจะเกิดขึ้นกินเวลาโดยเฉลี่ยแล้ว 2-3 นาทีเท่านั้น (อาจกินเวลามากที่สุดได้ไม่เกิน 7.5 นาที) ในขณะนั้นเราอาจเห็นนกบินกลับรัง โคมไฟแบบอัตโนมัติตามเสาไฟถนนเปิดทำงาน และที่สำคัญเราอาจสังเกตเห็นดวงดาวบนท้องฟ้าได้!

ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง ดวงจันทร์จะบังแสงจากดวงอาทิตย์ทำให้เราสังเกตเห็นบรรยากาศชั้นโครโมสเฟียร์ (Chromosphere) ปรากฏเป็นสีชมพูเรืองรองอยู่รอบ ๆ ขอบดวงจันทร์ เหนือชั้นโครโมสเฟียร์ขึ้นไปจะเป็นบรรยากาศชั้นโคโรนา (Corona) ซึ่งแผ่ออกไปโดยรอบเป็นสีขาวจาง ๆ

2. สุริยุปราคาวงแหวน (Annular Solar Eclipse)



ปรากฏการณ์สุริยุปราคาวงแหวน

เนื่องจากวงโคจรของดวงจันทร์รอบโลกนั้นค่อนข้างรี หากดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกมากในขณะเกิดสุริยุปราคาจะทำให้ขนาดปรากฏของดวงจันทร์เล็กกว่าขนาดปรากฏของดวงอาทิตย์จนดวงจันทร์ไม่สามารถบังดวงอาทิตย์ได้พอดี ส่งผลให้พื้นผิวของดวงอาทิตย์ปรากฏออกมาให้เห็นได้โดยรอบ เรียกว่าปรากฏการณ์สุริยุปราคาวงแหวน (Annular Solar Eclipse)

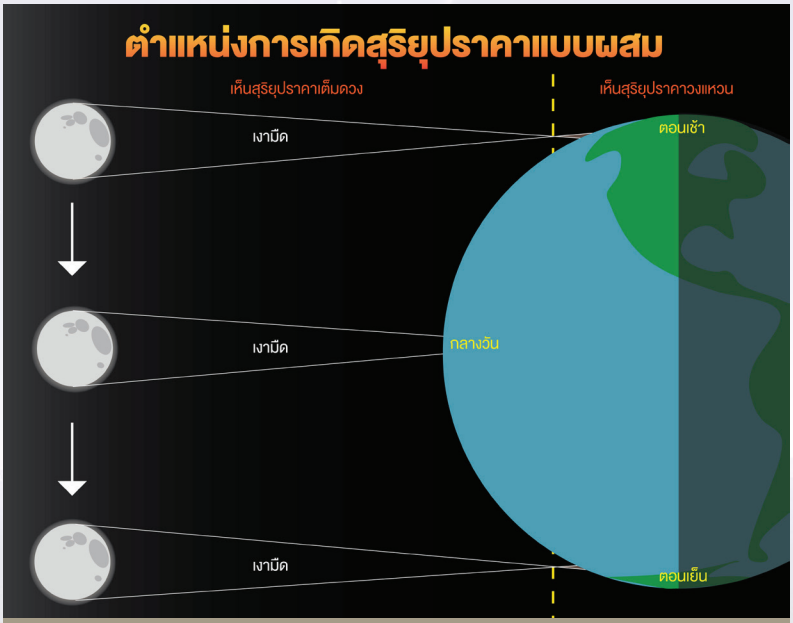
ขณะเกิดสุริยุปราคาวงแหวน พื้นผิวดวงอาทิตย์ที่โผล่ผ่านดวงจันทร์ออกมานั้นสว่างมากทำให้เราไม่สามารถสังเกตเห็นบรรยากาศชั้นโครโมสเฟียร์และโคโรนาได้

3. สุริยุปราคาบางส่วน (Partial Solar Eclipse)

ปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน

สุริยุปราคาบางส่วนเกิดจากโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ไม่ได้เรียงอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน พอดีขณะที่เกิดสุริยุปราคา ทำให้มีเพียงเงามัวของดวงจันทร์ทอดผ่านพื้นผิวโลก และผู้สังเกตบนโลกภายในบริเวณที่เงามัวของดวงจันทร์พาดผ่านจะเห็นดวงอาทิตย์ถูกดวงจันทร์บดบังไปบางส่วนเท่านั้น

4. สุริยุปราคาแบบผสม (Hybrid Solar Eclipse)



แผนภาพแสดงการเกิดสุริยุปราคาแบบผสม

สุริยุปราคาแบบผสมนั้นเกิดขึ้นยากมากเมื่อเทียบกับแบบอื่น ๆ เป็นสุริยุปราคาเต็มดวงเมื่อมองจากตำแหน่งหนึ่งบนโลก แต่เมื่อมองในอีกตำแหน่งหนึ่งบนโลกจะปรากฏเป็นสุริยุปราคาวงแหวน ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากผู้สังเกตบริเวณลองจิจูดหนึ่งจะอยู่ห่างจากดวงจันทร์มากกว่าผู้สังเกตบริเวณอีกลองจิจูดเล็กน้อย ทำให้ผู้สังเกตที่อยู่ห่างจากดวงจันทร์มากกว่าจะเห็นสุริยุปราคาแบบวงแหวน ต่อมาเมื่อดวงจันทร์โคจรรอบโลกและค่อย ๆ ทอดเงามืดมายังผู้สังเกตอีกบริเวณหนึ่งที่อยู่ใกล้ดวงจันทร์มากกว่าทำให้สังเกตเห็นสุริยุปราคาเต็มดวงนั่นเอง

National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)

ปรากฏการณ์ข้างเคียงขณะเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง

ปรากฏการณ์แหวนเพชร (The Diamond Ring Effect)

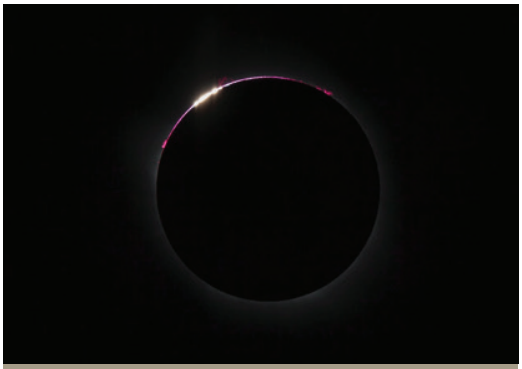
ปรากฏการณ์แหวนเพชร

ปรากฏการณ์แหวนเพชร เป็นปรากฏการณ์ช่วงสั้น ๆ ระหว่างที่เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง โดยจะเกิดขึ้นเมื่อลำแสงสุดท้ายของดวงอาทิตย์ลอดผ่านหลุมอุกกาบาตขนาดใหญ่บนดวงจันทร์ ก่อนการบังกันสนิท และก่อนจะออกจากคราสในลักษณะแสงวาบจากดวงอาทิตย์เป็นดวงสว่างจ้าคล้ายหัวแหวนเพชรส่องประกายสวยงามในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยจะมีเพียงสุริยุปราคาเต็มดวงเท่านั้นที่สามารถสังเกตเห็นปรากฏการณ์นี้ได้

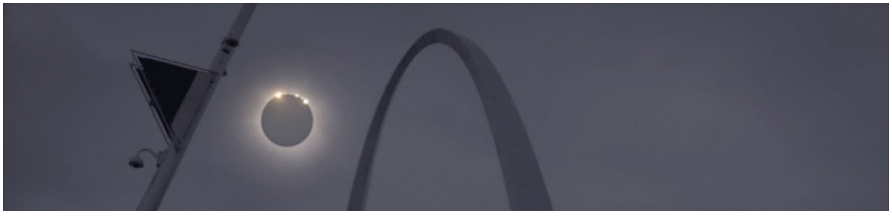
ปรากฏการณ์ลูกปัดเบลี (Baily's Beads)

ปรากฏการณ์ลูกปัดเบลี (Baily's Beads) จะเกิดก่อนที่ดวงจันทร์บดบังดวงอาทิตย์หมดทั้งดวง โดยแสงของดวงอาทิตย์ส่วนที่เหลืออยู่เพียงเล็กน้อยส่องลอดผ่านบริเวณที่ลุ่ม หุบเขา หุบเหวลึกบนพื้นผิวดวงจันทร์อันขรุขระ ปรากฏเป็นประกายแวววาวเหมือนสร้อยลูกปัดที่เรียงร้อยกันล้อมรอบดวงจันทร์

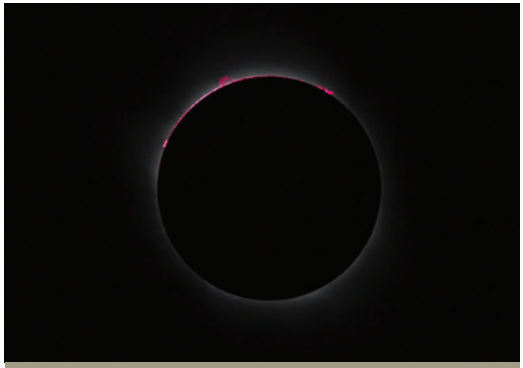
NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)



ปรากฏการณ์ลูกปัดเบลี



เปลวสุริยะ (Prominence)



เปลวสุริยะปรากฏที่มุมบนซ้ายของดวงจันทร์

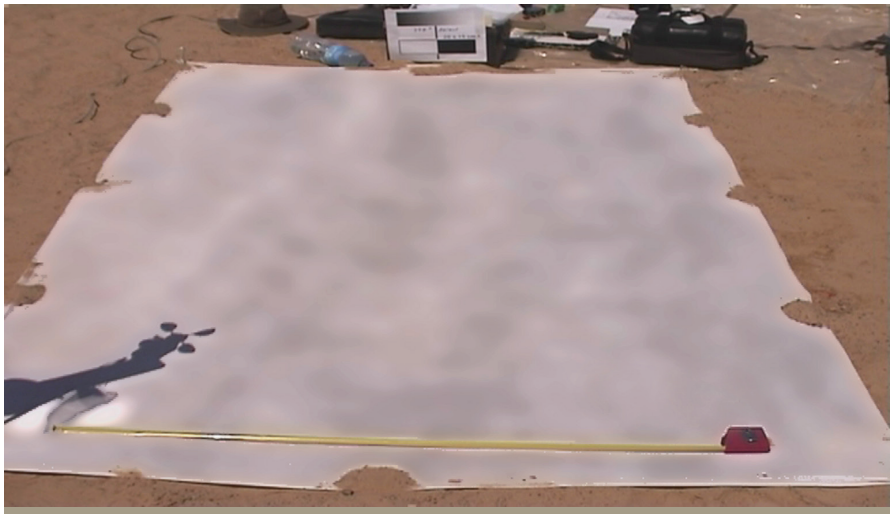
เปลวสุริยะ หรือโพรมิเนนซ์ (Prominence) คือพวยแก๊สที่พุ่งออกมาจากผิวของดวงอาทิตย์ ซึ่งปกติเราจะสังเกตเห็นได้จากคลื่นแสงย่านไฮโดรเจนอัลฟาเท่านั้น แต่ระหว่างที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง เราสามารถเห็นพวยแก๊สนี้พุ่งออกมาจากผิวของดวงอาทิตย์ โดยอาจมีความสูงถึงหลายหมื่นกิโลเมตรจากพื้นผิวขึ้นไปในชั้นบรรยากาศโครโมสเฟียร์ จากภาพถ่ายผ่านกล้องโทรทรรศน์

ปรากฏการณ์เงาเสี้ยว (Crescent Shadows)

ปรากฏการณ์เงาเสี้ยว

ปรากฏการณ์เงาเสี้ยว เป็นอีกหนึ่งปรากฏการณ์ข้างเคียงที่น่าสนใจในช่วงดวงจันทร์บดบังดวงอาทิตย์บางส่วน โดยแสงอาทิตย์จะลอดผ่านรูเล็ก ๆ แล้วตกกระทบฉากรับ ปรากฏเป็นเงาเสี้ยว

ปรากฏการณ์แถบเงา (Shadow Bands)



ปรากฏการณ์แถบเงา

ปรากฏการณ์แถบเงา (Shadow Bands) จะสังเกตเห็นได้เมื่อดวงอาทิตย์ปรากฏเป็นเสี้ยวบางมาก ๆ โดยแสงอาทิตย์ในขณะนั้นจะปรากฏเป็นแถบสว่างมากสลับกับสว่างน้อยเป็นริ้ว ๆ เหมือนทางม้าลาย และมีการเคลื่อนตัวอย่างระลอกคลื่นในทิศทางตั้งฉากกับแถบไปบนพื้นดิน บนกำแพง และผนังอาคารบ้านเรือน ผู้ที่สนใจศึกษาปรากฏการณ์นี้จะนำผ้าใบสีขาวเรียบ ๆ หรือกระดาษที่มีขนาดใหญ่ราว ๆ 1-2 ตารางเมตร ไปรองรับเพื่อใช้เป็นฉากในการสังเกต

ในปี พ.ศ. 2454 Robert W. Wood นักฟิสิกส์ชาวอเมริกันอธิบายปรากฏการณ์นี้ไว้ในหนังสือ Physical Optics ว่าเป็นปรากฏการณ์ในลักษณะเดียวกับที่เรามองเห็นดาวบนท้องฟ้าในเวลากลางคืนเกิดการกะพริบ

เหตุที่เรามองเห็นดาวในยามค่ำคืนกะพริบนั้น เนื่องจากชั้นบรรยากาศโลกมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ทำให้มันทำตัวเหมือนเลนส์เว้าและเลนส์นูนกระจายตัวอยู่เหนือผิวโลก ส่วนที่รวมแสงจะทำให้แสงดาวสว่างขึ้นเล็กน้อย และส่วนที่กระจายแสงจะทำให้แสงดาวลดความสว่างลง เมื่อกระแสอากาศเคลื่อนไหวย่อมทำให้เราเห็นแสงดาวเปลี่ยนแปลงความสว่างไปมาจนเห็นดาวกะพริบ

ปรากฏการณ์แถบเงาก็คือแถบแสงสว่างสลับมืดที่เกิดจากการรวมและกระจายแสงของชั้นบรรยากาศโลก ซึ่งการถ่ายภาพหรือวิดีโอแถบเหล่านี้ไม่ง่าย เพราะความแตกต่างของความสว่างระหว่างแถบนั้นมีค่าไม่มากนัก (Low Contrast) นอกจากนี้ยังเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงค่อนข้างเร็ว

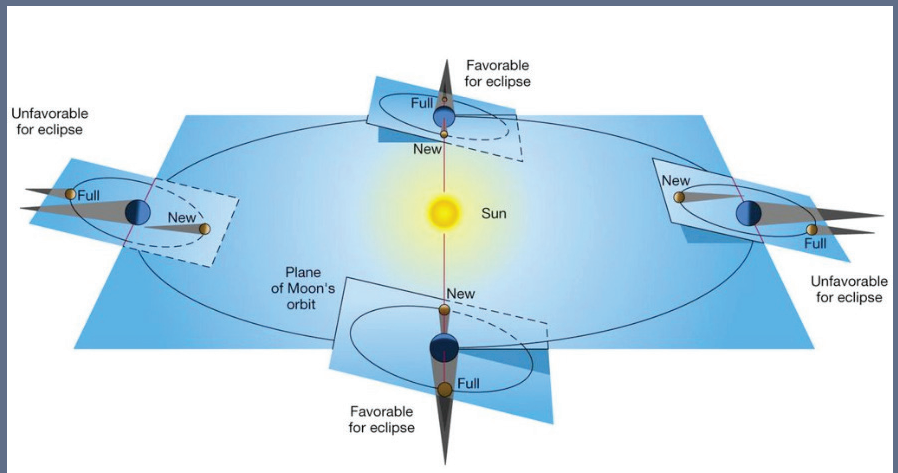
กล่าวโดยสรุปได้ว่าหากโลกไม่มีชั้นบรรยากาศ ดาวบนท้องฟ้าย่อมไม่กะพริบ และไม่มีปรากฏการณ์แถบเงา

วิเคราะห์ปรากฏการณ์สุริยุปราคา

ทำไมสุริยุปราคาจึงไม่เกิดขึ้นทุกเดือน?

หลายคนอาจคิดว่าสุริยุปราคาควรจะเกิดขึ้นทุกเดือน เนื่องจากดวงจันทร์ใช้เวลาในการโคจรมาอยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ทุก ๆ 29.53 วัน แต่ในความเป็นจริงสุริยุปราคาไม่ได้เกิดขึ้นทุกเดือนเนื่องจากระนาบวงโคจรของดวงจันทร์ทำมุมเอียงราว 5 องศากับระนาบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์

โดยส่วนมากแล้ว ดวงจันทร์จะอยู่เหนือหรือใต้ระนาบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ มีน้อยครั้งที่ดวงจันทร์จะเข้ามาอยู่ตรงกับระนาบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์พอดีจนทำให้เกิดสุริยุปราคาขึ้น แน่นอนว่าคืนในวันที่เกิดสุริยุปราคานั้นย่อมเป็นแรม 14-15 ค่ำ หรือ ขึ้น 1 ค่ำ เนื่องจากขณะนั้นดวงจันทร์อยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์



แผนภาพแสดงระนาบการโคจรของโลกและดวงจันทร์

ระนาบการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เรียกว่าระนาบสุริยะวิถี (Ecliptic Plane) ซึ่งระนาบการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกจะตัดกับระนาบสุริยะวิถี 2 จุด เรียกว่า จุดโหนด (Node) บริเวณใกล้ ๆ กับจุดโหนด เป็นบริเวณที่มีโอกาสเกิดสุริยุปราคาขึ้นได้ เรียกว่า Eclipse Season ซึ่งจะเกิดห่างจากกันประมาณหกเดือน

ปีสุริยุปราคา (Eclipse year) คืออะไร?

จุดโหนดแต่ละจุด จะถูกเรียกแยกกันเพื่อให้เกิดความชัดเจน โดยจุดโหนดขึ้น (Ascending Node) เป็นจุดที่ดวงจันทร์เคลื่อนตัดผ่านระนาบวงโคจรโลก จากใต้ระนาบขึ้นสู่เหนือระนาบ ส่วนจุดโหนดลง (Descending Node) เป็นจุดที่ดวงจันทร์เคลื่อนตัดผ่านระนาบวงโคจรโลก จากเหนือระนาบลงสู่ใต้ระนาบ

หากระนาบการโคจรของดวงจันทร์วางตัวอยู่ในแนวเดิมตลอดเวลา (เทียบกับดาวฤกษ์พื้นหลัง) เราจะสังเกตเห็น Eclipse Season ปรากฏที่ช่วงเวลาเดิมในแต่ละปีตลอดไป

ทว่าในความเป็นจริง ระนาบการโคจรของดวงจันทร์นั้นมีการส่าย (Nodal Precession) เนื่องจากโลกของเราไม่ใช่ทรงกลมสมบูรณ์แบบ แต่มีการป่องบริเวณเส้นศูนย์สูตรเล็กน้อยทำให้แรงโน้มถ่วงของโลกไม่ได้มีค่าสม่ำเสมอ (ดาวเทียมวงโคจรต่ำที่โคจรรอบโลกก็ได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์นี้ด้วย)

การที่ระนาบวงโคจรของดวงจันทร์ส่ายทำให้ตำแหน่งของจุดโหนดเปลี่ยนไป กล่าวคือ เส้นเชื่อมระหว่างจุดโหนด (Line of Nodes) จะค่อย ๆ หมุนไปเรื่อย ๆ ในแต่ละปี โดยมันจะหมุนไปทางทิศตะวันตก และจุดโหนดหนึ่ง ๆ จะกลับมาครบรอบเมื่อเวลาผ่านไปราว ๆ 18.61 ปี ดังนั้น เราจึงสังเกตเห็น Eclipse Season เร็วขึ้น 18.62 วัน (เกือบ 3 สัปดาห์) ในปีถัดไป ระยะเวลานับจากสุริยุปราคาครั้งหนึ่ง ๆ จนถึงสุริยุปราคาอีกครั้งที่ จุดโหนดเดิมจึงเรียกว่า ปีสุริยุปราคา (Eclipse Year) ซึ่งเป็นเวลา 346.62 วันนั่นเอง

นักคิดสมัยโบราณที่เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องสามารถสังเกตเห็นรูปแบบดังกล่าวแล้วใช้มันคาดการณ์ได้ว่าสุริยุปราคาครั้งต่อไปจะเกิดขึ้นเมื่อใด

วัฏจักรซารอส (Saros Cycle) คืออะไร?

ธรรมชาติอีกประการหนึ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับสุริยุปราคาคือ วัฏจักรซารอส (Saros Cycle) ถูกเรียกเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2162 โดย เอ็ดมันด์ ฮัลเลย์ (Edmond Halley) นักดาราศาสตร์และนักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ

เนื่องจากเส้นเชื่อมระหว่างจุดโหนดจะหมุนมาครบรอบภายในเวลา 18.61 ปี ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี เส้นเชื่อมระหว่างจุดโหนดจะหมุนไป 19.34 องศา ทำให้ Eclipse Season ไม่ได้เกิดที่ตำแหน่งเดิมในวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์

แล้วต้องรอนานเท่าใดกว่าสุริยุปราคาจะกลับมาเกิดซ้ำที่ตำแหน่งเดิมในวงโคจรรอบโลกรอบดวงอาทิตย์?

คำตอบคือ 6,585.32 วัน (18 ปี 11 วัน 8 ชั่วโมง)

กล่าวคือ เมื่อเกิดสุริยุปราคาขึ้นครั้งหนึ่งแล้ว รอจนเวลาผ่านไป ราว ๆ 6,585 วัน สุริยุปราคาลักษณะใกล้เคียงกับแบบเดิมมากๆ จะกลับมาเกิดอีกครั้ง อย่างไรก็ตาม มันไม่ได้เกิดที่ตำแหน่งเดิมอย่างสมบูรณ์เนื่องจากเส้นเชื่อมระหว่างจุดโหนดไม่ได้วางตัวในแนวเดิมเทียบกับดาวฤกษ์พื้นหลัง แต่ก็มีการเปลี่ยนตำแหน่งไปน้อยมาก ๆ

นักดาราศาสตร์เรียกสุริยุปราคาที่เกิดขึ้นห่างกัน 6,585.32 วัน ซึ่งเกิดในตำแหน่งใกล้เคียงกันมาก ๆ เมื่อเทียบกับดาวฤกษ์พื้นหลังว่าอยู่ในซารอสเดียวกัน สุริยุปราคาที่อยู่ในซารอสเดียวกันเปรียบได้กับการเกิดในตระกูล (Family) เดียวกัน

เนื่องจากสุริยุปราคาในซารอสเดียวกันไม่ได้เหมือนกันอย่างสมบูรณ์ แต่มันจะเปลี่ยนแปลงไปทีละน้อย ดังนั้นสุริยุปราคาในแต่ละซารอสจึงมีการเกิด เติบโต และจบลงที่การหายไป

ข้อมูลความถี่ของการเกิดสุริยุปราคาที่น่าสนใจ

- **หากกล่าวโดยรวมแล้ว** แต่ละซารอสจะกินเวลาตั้งแต่ 1,244-1,514 ปี (เฉลี่ยราว ๆ 1,315 ปี) และในหนึ่งซารอสจะมีสุริยุปราคาเกิดขึ้น 70-85 ครั้ง (เฉลี่ยราว ๆ 73 ครั้ง)

- **ค่าเฉลี่ยของการเกิดสุริยุปราคา** ตลอดระยะเวลา 4,530 ปี จะเกิดสุริยุปราคาแบบต่าง ๆ ดังนี้

สุริยุปราคาเต็มดวง	26.9%
สุริยุปราคาวงแหวน	33.2%
สุริยุปราคาบางส่วน	35.2%
สุริยุปราคาผสม	4.8%

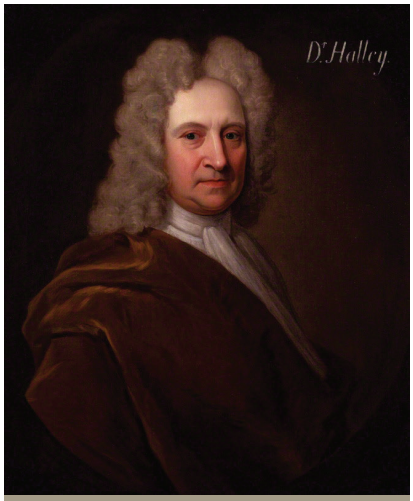
- **ความถี่ของการเกิดสุริยุปราคา**

น้อยที่สุด คือ 2 ครั้งต่อปี และมากที่สุดที่เป็นไปได้คือ 5 ครั้งต่อปี โดยจะเกิดแบบบางส่วน 4 ครั้ง และแบบวงแหวนหรือเต็มดวง 1 ครั้ง

- **จำนวนสุริยุปราคาแบบเต็มดวง**ต่อปีที่เป็นไปได้คือ ไม่เกิดเลย, 1 และ 2 ครั้ง

สุริยุปราคากับการค้นพบทางวิทยาศาสตร์

การค้นพบว่าโลกหมุนรอบตัวเองช้าลงโดย เอ็ดมันด์ ฮัลเลย์



เอ็ดมันด์ ฮัลเลย์

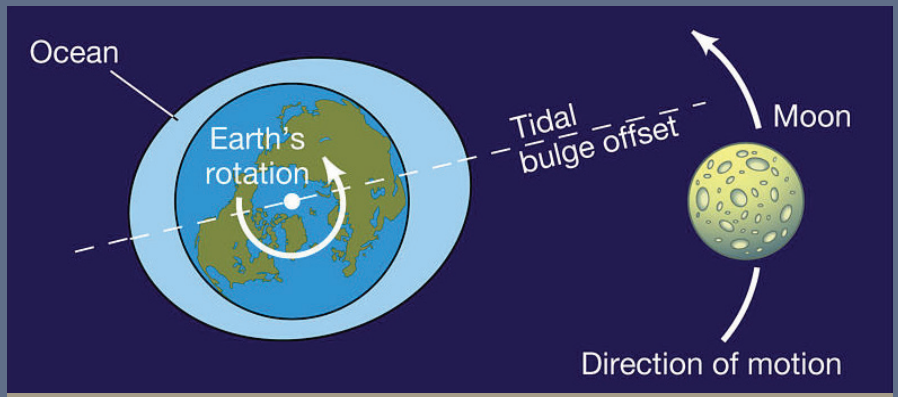
ในปี พ.ศ. 2238 เอ็ดมันด์ ฮัลเลย์ (Edmond Halley) นักฟิสิกส์และนักดาราศาสตร์พบว่าตำแหน่งและเวลาในการเกิดสุริยุปราคาในบันทึกทางประวัติศาสตร์นั้นไม่ตรงกับผลการคำนวณของเขา

ฮัลเลย์เริ่มต้นจากการสังเกตและเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์จากสุริยุปราคาที่เกิดขึ้นในยุคของเขา จากนั้นใช้กฎความโน้มถ่วงของนิวตันคำนวณว่าสุริยุปราคาในอดีตควรจะเกิดขึ้นเมื่อใด แล้วนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเก่าแก่ที่มีบันทึกไว้กว่า 2,000 ปีก่อน แต่ผลปรากฏว่ามันออกมาไม่ตรงกัน

เนื่องจากฮัลเลย์เชื่อมั่นในความถูกต้องของกฎความโน้มถ่วงของนิวตันอย่างมาก เขาจึงไม่สรุปว่าแรงโน้มถ่วงแปรเปลี่ยนไปตามกาลเวลา แต่เขาเชื่อว่าความยาวหนึ่งวันต่างหากที่แปรเปลี่ยน กล่าวคือ ระยะเวลาหนึ่งวันนั้นยาวนานขึ้นจากเมื่อ 2,000 ปีก่อนเล็กน้อย หากโลกหมุนรอบตัวเองช้าลงเล็กน้อยจะส่งผลให้หนึ่งวันยาวนานขึ้น โมเมนตัมเชิงมุมของระบบโลกและดวงจันทร์คงที่เนื่องจากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไปดวงจันทร์จะค่อย ๆ โคจรห่างจากโลกไปทีละเล็กน้อย

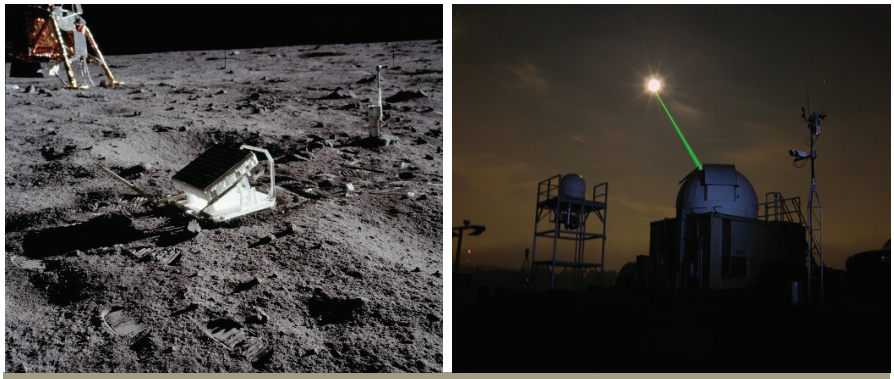
สมมติฐานนี้ทำให้การเกิดสุริยุปราคาในอดีตนั้นสอดคล้องกับการคำนวณด้วยกฎความโน้มถ่วงของนิวตันเป็นอย่างดี ซึ่งในเวลาต่อมานักฟิสิกส์พบว่าสมมติฐานของฮัลเลย์นั้นถูกต้อง

สาเหตุหลักที่ทำให้โลกหมุนช้าลงคือ แรงไทดัล (Tidal Force)



แรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์กระทำต่อน้ำในมหาสมุทรบนโลก

แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์กระทำต่อโลกทำให้น้ำในมหาสมุทรโลกถูกดึงดูดจนโลกมีรูปร่างเป็นทรงรี แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์กระทำต่อโลกซึ่งเป็นทรงรีจะทำให้เกิดแรงบิดในทิศตรงข้ามกับการหมุนของโลก จนทำให้โลกหมุนรอบตัวเองช้าลง



กระจกบนดวงจันทร์และการยิงเลเซอร์ไปยังกระจกนั้น

ช่วงปี พ.ศ. 2512-2515 นักบินอวกาศในโครงการอะพอลโลได้นำกระจกไปวางไว้บนดวงจันทร์ จากนั้นนักวิทยาศาสตร์ที่อยู่บนโลกใช้เลเซอร์กำลังสูงยิงไปยังกระจกบนดวงจันทร์ให้สะท้อนกลับมา เพื่อจับเวลาที่แสงเลเซอร์เดินทางไป-กลับ การทดลองนี้ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ระบุระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ได้ละเอียดในระดับเซนติเมตร ผลการทดลองพบว่าดวงจันทร์เคลื่อนที่ห่างจากโลกจริง ๆ

คำถามต่อไปคือจะเกิดอะไรขึ้นกับสุริยุปราคาในอนาคต หากดวงจันทร์เคลื่อนที่ห่างออกไปจากโลกเราเรื่อยๆ แบบนี้?

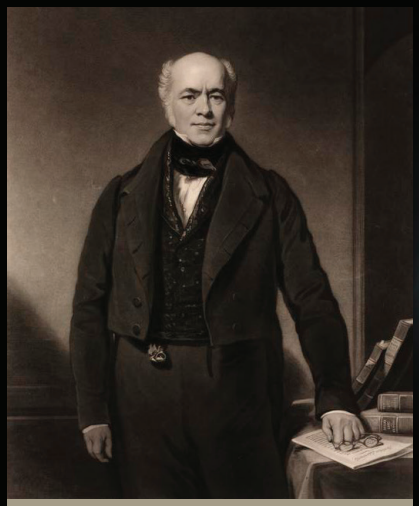
ยิ่งดวงจันทร์ห่างจากโลกมากขึ้น ขนาดปรากฏของดวงจันทร์ก็ยิ่งเล็กลง ดังนั้น ในอนาคตสุริยุปราคาเต็มดวงย่อมเกิดยากขึ้น ส่วนสุริยุปราคาแบบวงแหวนนั้นจะเกิดบ่อยขึ้น ในที่สุด เมื่อดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกมากขึ้น 23,410 กิโลเมตร จากปัจจุบัน สุริยุปราคาแบบเต็มดวงก็จะไม่เกิดขึ้นอีก แม้ว่าดวงจันทร์จะเข้ามาอยู่ใกล้โลกมากที่สุดก็ตาม

หลายคนอาจสงสัยว่าเรามีเวลาให้ชมสุริยุปราคาเต็มดวงอีกนานแค่ไหนกว่ามันจะไม่เกิดขึ้นให้มนุษย์บนโลกได้เห็นอีก

คำตอบคือ อีกราว ๆ 600 ล้านปี

National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

ปรากฏการณ์ลูกปัดของเบลีเกิดจากอะไร?



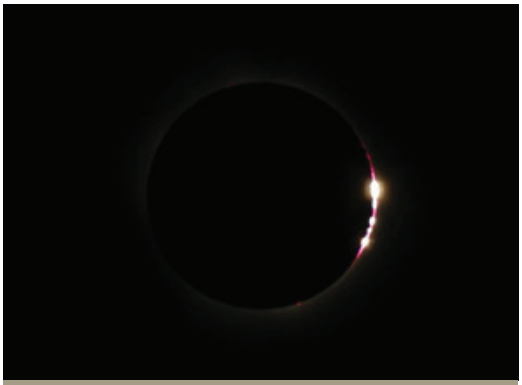
ฟรานซิส เบลี

ฟรานซิส เบลี (Francis Baily) เกิดที่เมืองนิวเบอรี ประเทศอังกฤษในปี พ.ศ. 2317

ขณะที่ฟรานซิส เบลี มีอายุได้ 37 ปี เขาได้ตีพิมพ์การศึกษาดาราศาสตร์เกี่ยวกับสุริยุปราคาเป็นครั้งแรก โดยที่ผ่านมา เขาไม่เคยเข้าเรียนด้านวิทยาศาสตร์มาก่อนเลย

ในปี พ.ศ. 2379 ฟรานซิส เบลี เดินทางไปสังเกตการณ์สุริยุปราคาวงแหวนทางตอนใต้ของสกอตแลนด์ และสังเกตเห็นแสงดวงอาทิตย์ปรากฏเป็นลักษณะคล้ายลูกปัดที่ร้อยเป็นสายวงกลมสว่างเรือง เขาอธิบายว่าปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากแสงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านหลุมบนดวงจันทร์จำนวนหนึ่งจนทำให้ผู้สังเกตบนโลกเห็นแสงอาทิตย์ปรากฏใหญ่กว่าบริเวณอื่นเล็กน้อยคล้ายลูกปัด

ทุกวันนี้ ปรากฏการณ์ดังกล่าวถูกเรียกว่า ลูกปัดของเบลี (Baily's beads)



ปรากฏการณ์ลูกปัดของเบลี

มีหลักฐานว่าผู้ที่อธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ก่อนฟรานซิส เบลี คือ เอ็ดมันด์ ฮัลเลย์ นักดาราศาสตร์ผู้อยู่ร่วมยุคกับเซอร์ไอแซก นิวตัน

การตรวจสอบทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป

อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ตีพิมพ์ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปในปี พ.ศ. 2458 ทฤษฎีนี้เปลี่ยนแปลงมุมมองที่นักฟิสิกส์มีต่อที่ว่างและเวลา (Spacetime) รวมทั้งแรงโน้มถ่วงไปจากฟิสิกส์ฉบับดั้งเดิมของนิวตันที่เชื่อถือกันมายาวนานอย่างสิ้นเชิง

เซอร์ไอแซก นิวตัน เชื่อว่า เวลาและที่ว่างนั้นแยกขาดจากกัน ส่วนมวลสารต่าง ๆ ในเอกภพก็แผ่แรงโน้มถ่วงออกมาโดยไม่ได้ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อที่ว่างและเวลาเลย แต่แนวคิดของไอน์สไตน์มองว่าเวลากับที่ว่างนั้นเกาะเกี่ยวและมีความสัมพันธ์กันอยู่ นอกจากนี้มวลสารยังทำให้เวลาและที่ว่างเกิดความโค้งเช่นเดียวกับลูกเหล็กที่วางไว้บนแผ่นยางยืด ซึ่งความโค้งนี้เองคือความโน้มถ่วงที่ส่งผลต่อมวลสารรอบ ๆ

แม้แนวคิดทั้งสองจะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง แต่บริเวณที่ความโน้มถ่วงมีค่าอ่อนมาก ๆ ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปจะให้ผลใกล้เคียงกับทฤษฎีความโน้มถ่วงของนิวตัน การทดสอบทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปจึงเป็นสิ่งที่ท้าทายนักฟิสิกส์มาจนถึงทุกวันนี้ เนื่องจากบริเวณที่มีความโน้มถ่วงมากพอที่ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปจะส่งผลอย่างชัดเจนนั้นไม่ได้หากันง่าย ๆ

ในปี พ.ศ. 2454 อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ได้คำนวณว่าแสงที่เดินทางเข้าใกล้มวลสารปริมาณมาก ๆ สามารถเดินทางเป็นเส้นโค้งได้ และในปี พ.ศ. 2458 เขาได้ใช้ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปที่เสร็จสมบูรณ์ปรับแก้การคำนวณใหม่ให้เป็นค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม แนวคิดที่ว่าแสงสามารถเดินทางเป็นเส้นโค้งเนื่องจากความโน้มถ่วงนั้นไม่ใช่แนวคิดใหม่

ในปี พ.ศ. 2347 โยฮันน์ เก-ออร์ค ฟอน ซอลท์เนอร์ (Johann Georg von Soldner) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันได้ตีพิมพ์การคำนวณเรื่องความโค้งของแสงโดยใช้ทฤษฎีความโน้มถ่วงแบบนิวตันมาแล้ว

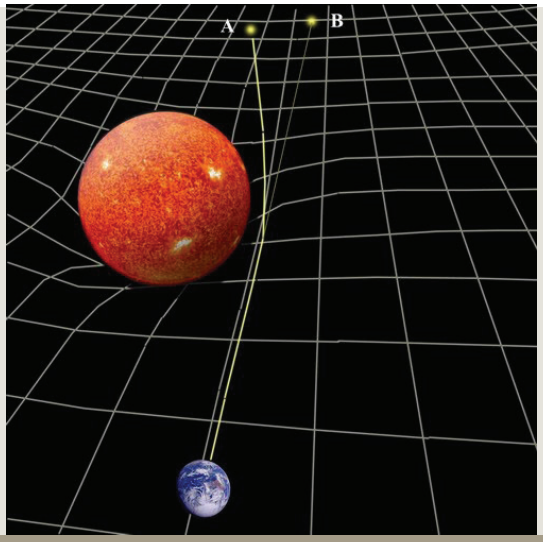
ความน่าสนใจคือ ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปทำนายว่าแสงจะเดินทางเป็นเส้นโค้งมากกว่าที่ทฤษฎีความโน้มถ่วงแบบนิวตันทำนายไว้ถึงสองเท่า

นักฟิสิกส์ในยุคของไอน์สไตน์รู้ว่า แสงจากดาวฤกษ์ที่อยู่ห่างไกลจะเดินทางเป็นเส้นโค้งจนสามารถสังเกตได้เมื่อมันเฉียดใกล้ดวงอาทิตย์ เหตุที่ต้องเป็นดวงอาทิตย์ก็เพราะดวงอาทิตย์นั้นมีมวลมาก และอยู่ใกล้โลกมากพอจะสังเกตความโค้งของแสงที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยได้

แต่ปัญหาใหญ่คือ แสงอาทิตย์นั้นสว่างจ้าเสียจนกลบแสงจากดาวฤกษ์ไปจนหมดสิ้น

มีเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ เท่านั้นที่นักดาราศาสตร์จะทำการสังเกตแสงจากดาวฤกษ์ที่เฉียดใกล้ดวงอาทิตย์ได้ นั่นคือช่วงที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง ซึ่งดวงจันทร์เข้ามาบังดวงอาทิตย์อย่างสมบูรณ์จนท้องฟ้ามืดพอจะสังเกตเห็นแสงดาวฤกษ์ได้

สิ่งที่ท้าทายคือ การสังเกตการณ์จะต้องทำอย่างละเอียดรอบคอบภายช่วงเวลาไม่กี่นาทีที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์อย่างสมบูรณ์



แสงที่เดินทางเข้าใกล้มวลสารปริมาณมากๆ สามารถเดินทางเป็นเส้นโค้งได้

แอร์วิน ฟรอยด์ลิช (Erwin Freundlich) เป็นนักดาราศาสตร์ชาวเยอรมันที่พยายามตรวจสอบความถูกต้องของทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปเป็นคนแรก เขาพยายามหาภาพสุริยุปราคาที่หอดูดาวต่าง ๆ เคยถ่ายไว้เพื่อนำมาสังเกตตำแหน่งของดาวฤกษ์ที่เปลี่ยนไปเนื่องจากความโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์ แต่น่าเสียดายที่ไม่มีภาพถ่ายที่ใช้การได้เลย เนื่องจากการจะตรวจสอบทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปนั้นต้องใช้การถ่ายภาพภายใต้เงื่อนไขที่ถูกต้องและรัดกุม กล่าวคือต้องถ่ายภาพดาวฤกษ์ขณะเกิดสุริยุปราคาไว้และถ่ายภาพท้องฟ้าบริเวณนั้นในขณะที่ไม่เกิดสุริยุปราคาเพื่อนำตำแหน่งดาวฤกษ์มาเปรียบเทียบกัน

เขาได้เดินทางไปทำการสังเกตการณ์สุริยุปราคาเต็มดวงที่สาธารณรัฐไครเมีย ซึ่งอยู่ติดกับรัสเซีย แต่ในวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2457 ประเทศเยอรมนีประกาศสงครามกับรัสเซียซึ่งนำไปสู่การเกิดสงครามโลกครั้งที่ 1 ฟรอยด์ลิชเป็นชาวเยอรมันที่ตกอยู่ในวงล้อมของรัสเซีย จึงถูกจับกุมและถูกยึดอุปกรณ์ในการสังเกตการณ์ หลังจากนั้นหนึ่งเดือน คณะสังเกตการณ์ของเขาได้รับการแลกเปลี่ยนตัวกับข้าราชการชั้นสูงของรัสเซียที่ถูกจับ ทำให้เขาพลาดการสังเกตการณ์สุริยุปราคาไปอย่างน่าเสียดาย

แต่ก็คงไม่น่าเสียดายมากมายเท่าใดนัก เพราะในขณะนั้น วิลเลียม วอลเลซ แคมป์เบล (William Wallace Campbell) นักดาราศาสตร์อเมริกันและทีมงานจากหอดูดาวลิก (Lick Observatory) ก็เดินทางมายังรัสเซียเพื่อทดสอบทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปด้วย แม้พวกเขาจะได้รับอนุญาตจากทางประเทศรัสเซียให้ทำการสังเกตการณ์ได้ แต่เมื่อถึงเวลาเกิดสุริยุปราคากลับมีเมฆปกคลุมจนไม่สามารถสังเกตสุริยุปราคาได้

NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)

ภาพ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ กับ อาเธอร์ เอ็ดดิงตัน ในปี พ.ศ. 2473

ต่อมา ไอน์สไตน์ตีพิมพ์ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป และคำนวณปรับค่าความโค้งของแสงใหม่ แต่ในขณะนั้นโลกตกอยู่ในภาวะสงครามส่งผลให้ทำอะไรก็ลำบากไปหมด ไอน์สไตน์จึงส่งงานวิจัยเรื่องนี้ให้กับเพื่อนนักฟิสิกส์ชาวดัตช์ชื่อ วิลเลม เดอ ซิตเตอร์ (Willem de Sitter) ซึ่งเดอ ซิตเตอร์ได้ส่งงานวิจัยนั้นต่อไปยังนักฟิสิกส์อังกฤษวัย 34 ปี ผู้มีนามว่า อาเธอร์ เอ็ดดิงตัน

ในขณะนั้นเอ็ดดิงตันเป็นนักฟิสิกส์ผู้มีชื่อเสียงจากการอธิบายธรรมชาติของดาวฤกษ์ เมื่อเขาได้เห็นงานวิจัยของไอน์สไตน์ก็ประทับใจและตระหนักถึงความสำคัญของทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปเป็นอย่างดี เขาจึงแบ่งปันผลงานของไอน์สไตน์ให้กับนักวิทยาศาสตร์คนอื่นในอังกฤษ ซึ่งทั้งหมดนี้นำไปสู่การทดสอบทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปในปี พ.ศ. 2462

อาเธอร์ เอ็ดดิงตัน (Arthur Eddington) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษเดินทางพร้อมกับทีมนักวิทยาศาสตร์ไปยังเกาะปรินซีปี ห่างจากชายฝั่งแอฟริกามาทางตะวันตกราว ๆ 200 กิโลเมตร เพื่อสังเกตการณ์สุริยุปราคาเต็มดวงในเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2462

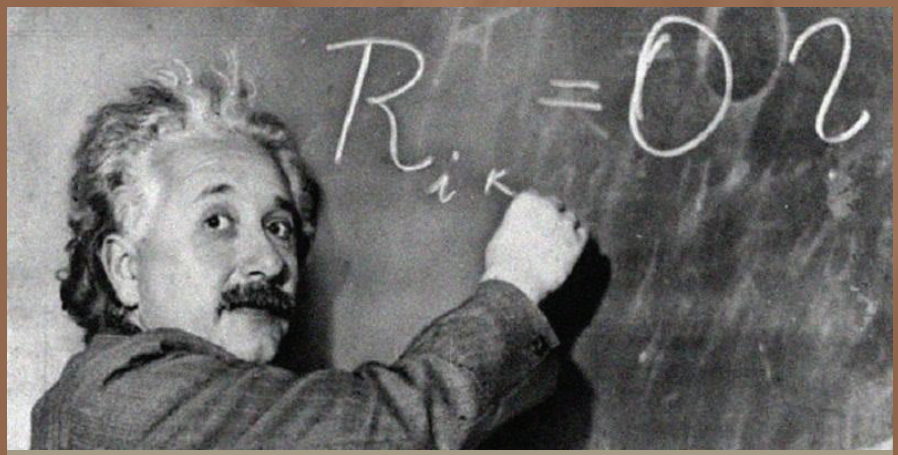
สภาพอากาศที่นั่นทำให้ทีมของเอ็ดดิงตันเป็นกังวลเพราะท้องฟ้าเต็มไปด้วยเมฆทุกวัน แต่พอเข้าสู่เดือนพฤษภาคม สภาพอากาศก็เริ่มเข้าภาวะแล้งและไม่มีฝน แต่ท้องฟ้าตอนเช้าของวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2462 ซึ่งเป็นวันที่จะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงนั้นกลับมีเมฆหนาและฝนตกอย่างหนัก ในตอนเที่ยงพายุฝนฟ้าคะนองเริ่มหายไป แต่เมฆยังคงอยู่ ในที่สุดดวงอาทิตย์ก็เริ่มโผล่ให้เห็นก่อนเกิดสุริยุปราคาราว 18 นาที แต่เมฆก็ยังเคลื่อนมาบดบังเป็นระยะ ๆ

อย่างไรก็ตาม ทีมของเอ็ดดิงตันสามารถเก็บภาพดาวฤกษ์ที่อยู่รอบ ๆ ดวงอาทิตย์ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงได้ โดยการเปลี่ยนตำแหน่งของดาวฤกษ์มีค่า 1.44-1.94 ฟิลิปดา (Arcsecond) (ค่าเฉลี่ยคือ 1.61 ฟิลิปดา) ซึ่งถือว่าสอดคล้องกับค่าที่คำนวณได้จากทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปของไอน์สไตน์

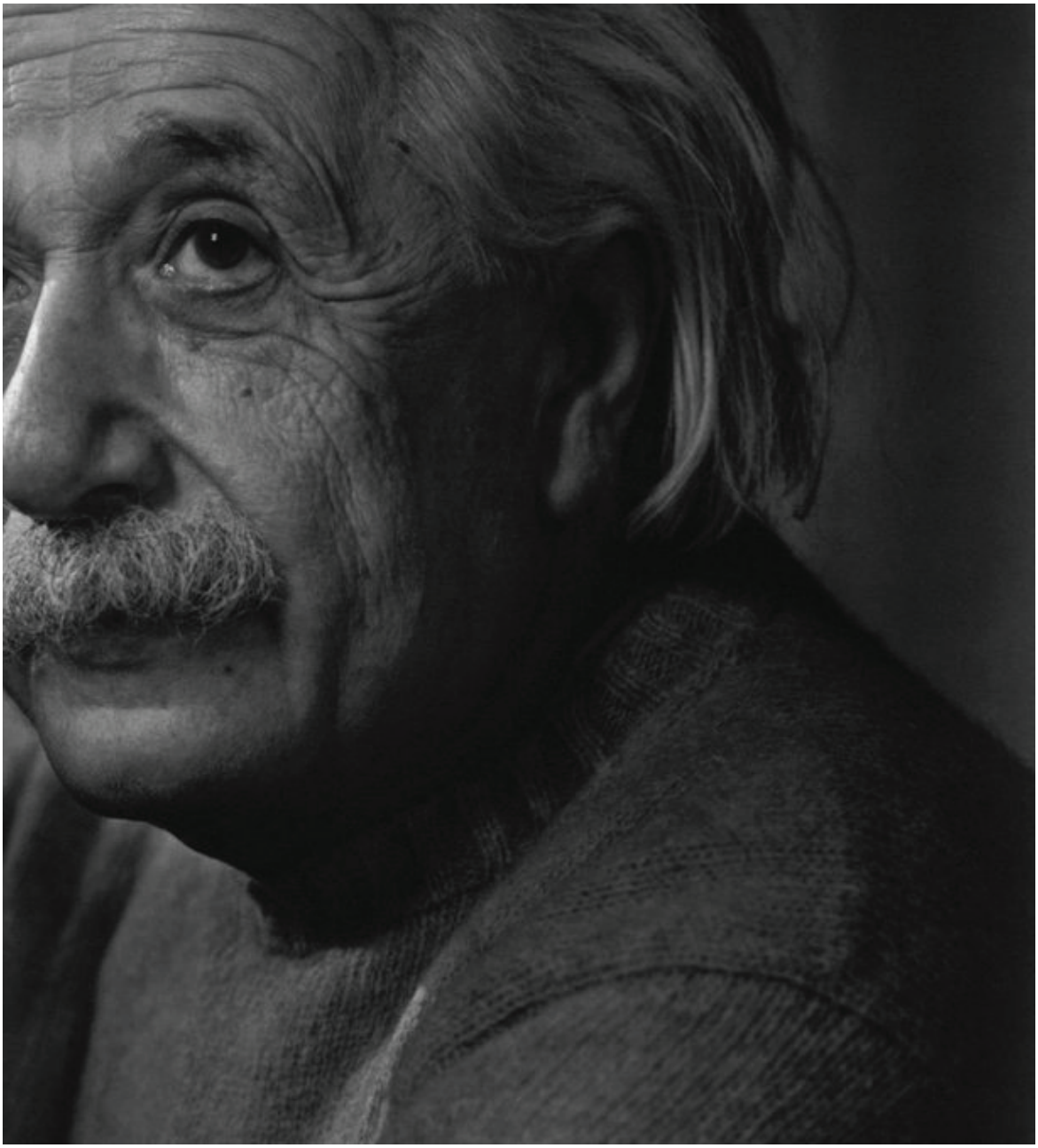
ในขณะนั้นนักดาราศาสตร์อีกทีมหนึ่ง นำโดย Andrew C.D. Crommelin และ Charles R. Davidson ได้เดินทางไปทำการสังเกตสุริยุปราคาที่เมืองโซบรอล ประเทศบราซิล สภาพอากาศขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงนั้นเลวร้ายไม่แพ้กันกับที่ทีมเอ็ดดิงตันต้องเผชิญ แต่ก็ยังดีพอจะสังเกตการณ์ได้ (ยกเว้นช่วงกลางๆ ของสุริยุปราคาเต็มดวงที่มีเมฆบางๆ เคลื่อนผ่านมารบกวน) หลังจากเก็บข้อมูลสุริยุปราคาแล้ว พวกเขายังคงอยู่ในบราซิลต่อจนถึงเดือนกรกฎาคม เพื่อทำการสังเกตตำแหน่งดาวฤกษ์ขณะไม่มีดวงอาทิตย์เพื่อถ่ายภาพแล้วนำมาเปรียบเทียบตำแหน่ง การวิเคราะห์พบว่าภาพถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์ที่ใหญ่ที่สุดที่นำไปนั้นไม่สามารถใช้การได้ เพราะความร้อนทำให้จุดโฟกัสเปลี่ยนไป ซึ่งจะไปเปลี่ยนตำแหน่งของดาวฤกษ์ที่ถ่ายออกมาด้วย อย่างไรก็ตามภาพอื่น ๆ ที่ถ่ายมาสามารถใช้การได้ ซึ่งตำแหน่งดาวฤกษ์เคลื่อนไป 1.98 ฟิลิปดา นับว่าสอดคล้องกับค่าที่ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปทำนายไว้

วันที่ 6 พฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2462 ในงานประชุมวิชาการที่จัดขึ้นโดย Royal Society และ Royal Astronomical Society มีการแถลงผลการสังเกตการณ์สุริยุปราคา โดยในงานนี้มีผู้เข้าร่วมมากมายนักดาราศาสตร์ประกาศผลการสังเกตการณ์อย่างละเอียดว่ามีความสอดคล้องกับทฤษฎีของไอน์สไตน์

ในวันรุ่งขึ้น อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ตื่นนอนโดยมีนักข่าวและช่างภาพเดินทางไปทำข่าวถึงที่บ้านและกลายเป็นนักฟิสิกส์ผู้โด่งดัง



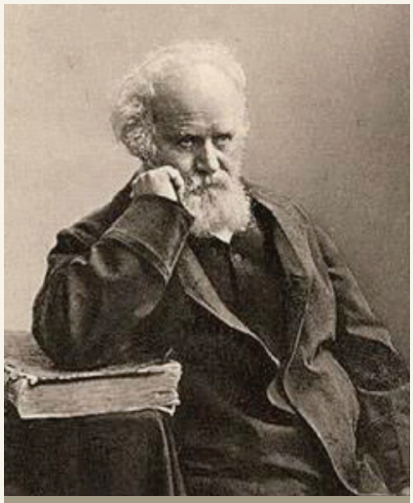
อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์



หลังจากนั้นนักฟิสิกส์และนักดาราศาสตร์มากมายพยายามทำการสังเกตการณ์สุริยุปราคาเต็มดวงในปี พ.ศ. 2465 เพื่อทดสอบซ้ำว่าการสังเกตที่ผ่านมาถูกต้องหรือไม่ อย่างไรก็ตามสภาพอากาศที่เลวร้ายในปีนั้นทำให้ทีมนักวิทยาศาสตร์หลายทีมไม่สามารถสังเกตการณ์สุริยุปราคาได้ แต่ทีมนักดาราศาสตร์จากหอดูดาวลิก ที่นำโดย วิลเลียม วอลเลซ แคมป์เบล สามารถสังเกตสุริยุปราคาได้สำเร็จจากชายฝั่งที่อยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของออสเตรเลีย (หลังจากพบความผิดหวังมาแล้วในปี พ.ศ. 2457 และ พ.ศ. 2461) ผลลัพธ์ถูกประกาศออกมาในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2466 ว่าตำแหน่งดาวฤกษ์เปลี่ยนไป 1.72 ฟิลิปดา ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป

กล่าวได้ว่าสุริยุปราคาเต็มดวงเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ทำให้ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปได้รับการยอมรับจากนักฟิสิกส์

การค้นพบธาตุใหม่บนดวงอาทิตย์



ฌูล ฌองซอง

ฌูล ฌองซอง (Jules Janssen) เกิดในกรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ในครอบครัวที่ต้องทำงานแบบปากกัดตีนถีบ เขาจึงต้องทำงานหาเลี้ยงชีพตั้งแต่อายุยังน้อย ด้วยความมุมานะอุตสาหะส่งผลให้เขาเรียนจบด้านคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ ต่อมา ฌองซองได้เดินทางไปยังประเทศเปรูเพื่อทำการศึกษาและวัดค่าสนามแม่เหล็กโลกบริเวณเส้นศูนย์สูตร แต่การทำงานที่นั่นเขาเจ็บป่วยจากโรคบิดจนต้องเดินทางกลับประเทศ

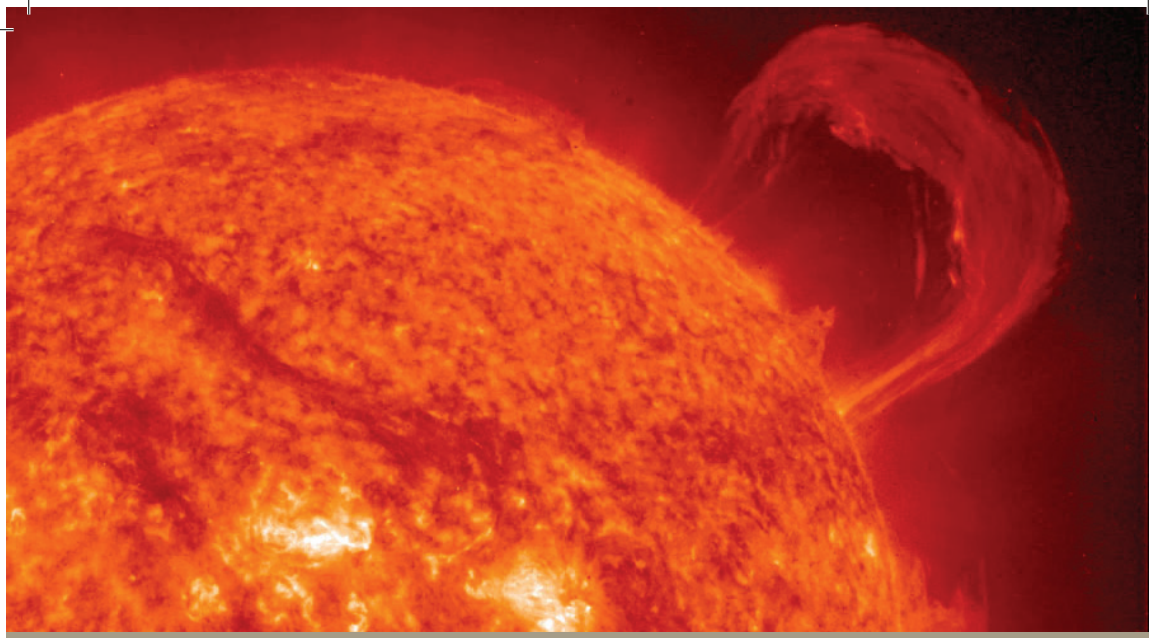
พอกลับมาก็ทำงานเป็นติวเตอร์ให้กับตระกูลชไนเดอร์ ซึ่งร่ำรวยมหาศาลจากการเป็นเจ้าของบริษัทเหล็กและโรงถลุงเหล็ก (ปัจจุบันได้กลายมาเป็นบริษัทด้านพลังงานขนาดใหญ่ชื่อ Schneider Electric)

ฌองซอง เป็นคนประเภทที่พอสงสัยอะไรแล้วจะต้องรีบหาคำตอบโดยเร็วที่สุดซึ่งลักษณะนิสัยนี้ได้ติดตัวไปตลอดชีวิตของเขา

ต่อมาเขาเข้าสู่การศึกษาด้านสเปกโทรสโกปี (Spectroscopy) ซึ่งเป็นการศึกษาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัตถุปลดปล่อยและดูดกลืน ทำให้นักฟิสิกส์สามารถศึกษาสมบัติของวัตถุและสสารนั้น ๆ ได้

NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)

NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)



เปลวสุริยะ (Solar Prominences)

ฌองซองเริ่มต้นจากการศึกษาการแผ่รังสีของเหล็กร้อน แต่ในเวลาต่อมาเขาหันเหไปศึกษาดวงอาทิตย์ ในวันที่ 18 สิงหาคม ปี พ.ศ. 2411 เขาไปสังเกตสุริยุปราคาเต็มดวงที่ประเทศอินเดีย เพื่อทำการศึกษาเปลวสุริยะ (Solar Prominences) ซึ่งเป็นพวยแก๊สขนาดมหึมาที่พุ่งออกมาจากผิวของดวงอาทิตย์ (ซึ่งมักจะมีลักษณะเป็นบ่วง) เขาพบว่าพวยแก๊สดังกล่าวมีองค์ประกอบหลัก เป็นแก๊สไฮโดรเจน แต่เขาพบว่ามีเส้นสเปกตรัมสีเหลืองลึกลับที่ไม่ตรงกับธาตุใดๆ ที่นักวิทยาศาสตร์รู้จักในขณะนั้น

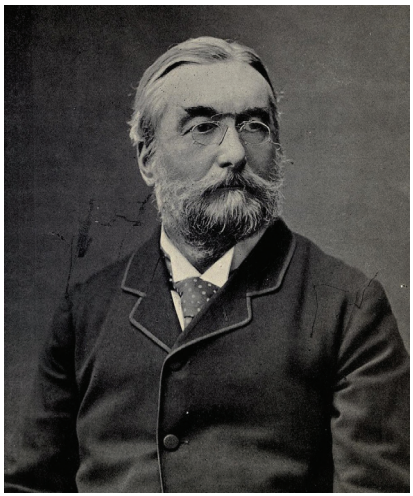
เขาพบว่าสเปกตรัมที่เขาสนใจศึกษานั้นมีความสว่างมากและ อาจสามารถสังเกต โดยไม่ต้องรอให้เกิดสุริยุปราคาเต็มดวงแล้วลำบากเดินทางไปสังเกตการณ์ เขาจึงคิดหาวิธีการปิดไม่ให้แสงส่วนอื่น ๆ เดินทางผ่านมารบกวนการศึกษาพวยแก๊สและสเปกตรัมที่เขาสนใจ

ผ่านไปเพียงสองสัปดาห์หลังจากสังเกตการณ์สุริยุปราคา ในระหว่างเดินทางกลับฝรั่งเศส เขาสามารถประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เรียกว่า Spectrohelioscope ซึ่งสามารถใช้ในการศึกษาสเปกตรัมจากพวยแก๊สของดวงอาทิตย์ได้โดยไม่ต้องรอสุริยุปราคาเต็มดวงได้สำเร็จ จากนั้นจึงใช้มันศึกษาดวงอาทิตย์ในขณะที่เขาอยู่ที่เทือกเขาหิมาลัยจนค้นพบว่า เปลวสุริยะนั้นเป็นโครงสร้างที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะไปในแต่ละวัน

หลังจากนั้นไม่ถึงเดือน เขาส่งรายงานการค้นพบเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ไปยังสมาคมวิทยาศาสตร์ในปารีส

เหลือเชื่อ... ในวันที่จดหมายของเขาเดินทางไปถึง ได้มีจดหมายอีกฉบับหนึ่งเดินทางไปถึงเกือบจะพร้อมกัน และเนื้อหาภายในกล่าวถึงการค้นพบเรื่องเดียวกัน!

ในปี พ.ศ. 2402 กุสทัฟ เคียร์ชฮ็อฟ (Gustav Kirchhoff) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน และ โรแบร์ท บุนเซิน (Robert Bunsen) นักเคมีชาวเยอรมัน ตีพิมพ์ผลงานเรื่องการใช้สเปกโตรสโคปในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุท้องฟ้าได้

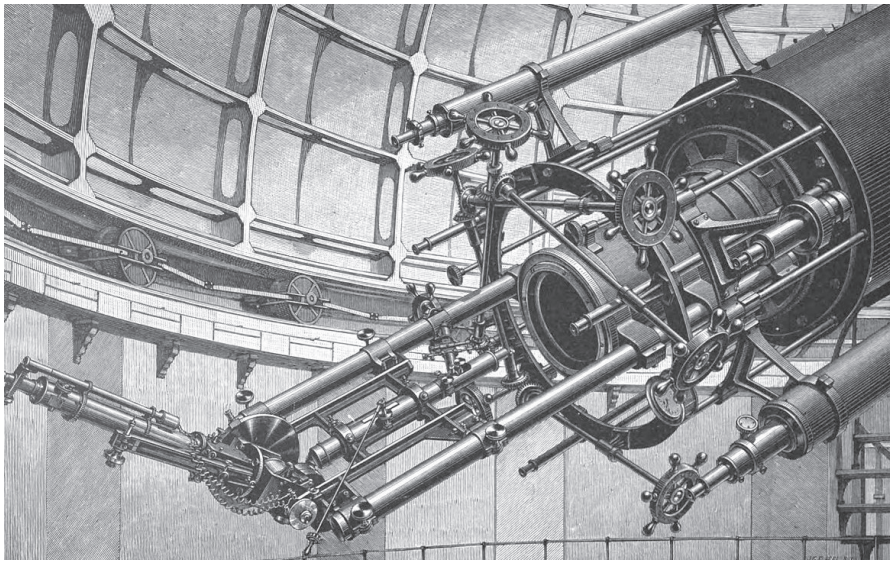


เซอร์ โจเซฟ นอร์แมน ล็อกเยอร์

ผลงานดังกล่าวทำให้ เซอร์ โจเซฟ นอร์แมน ล็อกเยอร์ (Sir. Joseph Norman Lockyer) นักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษ เกิดความสนใจ แม้ว่าเขาจะไม่เคยสังเกตสุริยุปราคามาก่อน แต่เขาตระหนักได้ว่าหากเขาต้องการศึกษาแก๊สบริเวณขอบของดวงอาทิตย์ เขาไม่สามารถรอให้เกิดสุริยุปราคาเพื่อทำการศึกษาได้ เขาทำการทดลองในปี พ.ศ. 2410 แต่เครื่องมือยังไม่ดีพอ ล็อกเยอร์จึงทำการสั่งทำเครื่องสเปกโตรสโคปแบบพิเศษ ทว่าอุปกรณ์จะถูกสร้างเสร็จช้ากว่ากำหนด ส่งผลให้กว่าเขาจะได้รับอุปกรณ์ เวลาก็ล่วงเลยมาจนถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2411 แล้ว

เมื่อล็อกเยอร์ได้รับอุปกรณ์ เขาทำการปรับอุปกรณ์ให้ได้มาตรฐานด้วยความตื่นเต้น และใช้มันในการศึกษาเส้นสเปกตรัมของแก๊สความดันต่ำที่อยู่บริเวณของดวงอาทิตย์ แล้วเขียนผลการศึกษานี้ส่งไปยังสมาคมวิทยาศาสตร์ในปารีสเพื่อให้เพื่อนของเขา วอร์เรน เดอ ลา รัว (Warren De La Rue นักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษผู้บุกเบิกการถ่ายภาพทางดาราศาสตร์) ทำการนำเสนอให้

แต่ไม่กี่นาทีก่อนที่ วอร์เรน เดอ ลา รัว จะทำการกล่าวนำเสนอ จดหมายงานวิจัยของฌองซองได้เดินทางมาถึงพอดี ส่งผลให้งานวิจัยของทั้งล็อกเยอร์และฌองซองถูกนำเสนอในช่วงเดียวกันของงาน



เหรียญที่สมาคมวิทยาศาสตร์จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแก่สองนักวิทยาศาสตร์ผู้ศึกษาโพรมิเนนซ์

สมาคมวิทยาศาสตร์จึงทำเหรียญพิเศษขึ้นมาเพื่อเป็นเกียรติสำหรับผลงานด้านการศึกษาโพรมิเนนซ์ซึ่งเป็นพวยแก๊สของดวงอาทิตย์ได้โดยไม่ต้องรอปรากฏการณ์สุริยุปราคา โดยในเหรียญมีใบหน้าของนักวิทยาศาสตร์ทั้งสองปรากฏ และอีกด้านของเหรียญเป็นเทพเจ้าอะพอลโลผู้เป็นเทพแห่งดวงอาทิตย์ชี้นิ้วไปยังโพรมิเนนซ์ของดวงอาทิตย์

ล็อกเยอร์ทำการศึกษาสเปกตรัมของแก๊สที่ขอบดวงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องจนพบว่าชั้นบรรยากาศที่ระดับต่ำๆ ของดวงอาทิตย์มีสีค่อนข้างแดง เขาจึงเรียกมันว่า โครโมสเฟียร์ ซึ่งนักดาราศาสตร์เรียกกันมาจนถึงทุกวันนี้

นอกจากนี้เขายังพบว่าสเปกตรัมของโพรมิเนนซ์มีเส้นสีเหลืองที่เขาไม่สามารถระบุได้ว่ามันคือธาตุชนิดใดบนโลก เขาจึงเสนอว่ามันเป็นธาตุใหม่ที่ยังไม่มีใครเคยพบมาก่อนและเสนอชื่อว่า ฮีเลียม (Helium) ซึ่งมาจากคำว่า Helios ในภาษากรีกซึ่งแปลว่าดวงอาทิตย์

อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ส่วนมากไม่เชื่อแนวคิดของเขา พวกเขาเชื่อว่าสเปกตรัมที่พบนั้นมาจากธาตุที่มีการค้นพบแล้ว แต่อยู่ในสภาวะที่ไม่ปกติของดวงอาทิตย์ (เช่น อุณหภูมิสูงมาก)

ในปี พ.ศ. 2438 เซอร์ วิลเลียม แรมซีย์ (Sir William Ramsay) ค้นพบว่าแก๊สที่แฝงอยู่ในสารกัมมันตรังสีบนโลกมีการปลดปล่อยสเปกตรัมแบบที่ล็อกเยอร์พบบนดวงอาทิตย์ นั่นเป็นสิ่งที่ตัดสินว่าล็อกเยอร์คิดถูกเรื่องธาตุใหม่ที่มีชื่อว่าฮีเลียม เป็นครั้งแรกที่ธาตุใหม่ถูกค้นพบในวัตถุท้องฟ้า แรมซีย์ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีในปี พ.ศ. 2447 จากการค้นพบแก๊สเฉื่อยและระบุตำแหน่งในตารางธาตุได้อย่างถูกต้อง

เซอร์ โจเซฟ นอร์แมน ล็อกเยอร์ ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้ค้นพบธาตุฮีเลียมพร้อมกันกับ ปีแยร์ ฌองซอง (Pierre Janssen) นอกจากนี้ นอร์แมน ล็อกเยอร์ ยังเป็นบรรณาธิการคนแรกของวารสารวิชาการ Nature ซึ่งปัจจุบันเป็นวารสารที่โด่งดังอีกด้วย

สุริยุปราคาเต็มดวงเหนือแผ่นดินสยาม

ในรัชสมัยสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้มีการประกาศผลการคำนวณเกี่ยวกับสุริยุปราคาเต็มดวงเหนือตำบลหว้ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 ซึ่งอาจอาศัยองค์ความรู้จากตำราดาราศาสตร์โบราณของสยามที่สืบทอดต่อจากอินเดีย เช่น คัมภีร์สุริยยาตร์ หรือคัมภีร์สารัมภ์ ร่วมกับตำราดาราศาสตร์สมัยใหม่จากตำราที่ทรงโปรดให้นำเข้าหรือได้รับเป็นของบรรณาการจากชาติตะวันตก (ประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกา)

ตำราดาราศาสตร์สมัยใหม่จากชาติตะวันตก
ที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว
ทรงใช้ศึกษาวิชาดาราศาสตร์

สถานที่และเวลาที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง ได้ปรากฏข้อมูลในประกาศ 3 ฉบับ ดังนี้

1) ประชุมพงศาวดารฉบับกาญจนาภิเษก เล่ม 4 มีประกาศในปี พ.ศ. 2409

"...พระอาทิตย์จะจับหมดดวง แลจะเห็นบนหน้าแผ่นดินไปไกลถึง ๑๓๐ ลิดา ต่อ ๑๔๐ ลิดา ที่ตำบลหว้ากอ แขวงเมืองประจวบคีรีขันธ์ ตรงเกาะจานเข้าไปเป็นท่ามกลางที่มืดหมดดวง ขึ้นมาข้างบนถึงเมืองปราณบุรี ลงไปข้างใต้ถึงเมืองชุมพร... "

จากประกาศฉบับนี้ ถือว่าพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงแจ้งผลการคำนวณสุริยุปราคาเต็มดวงที่หว้ากอ ล่วงหน้าไว้ถึง 2 ปี

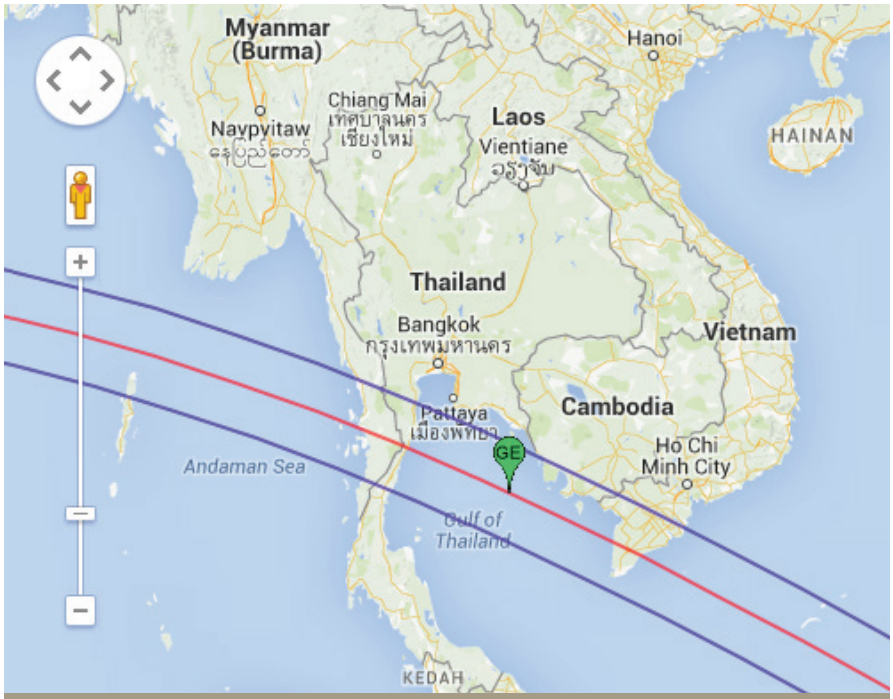
2) ประชุมประกาศรัชกาลที่ 4 ภาค 7 (ปีฉลู พ.ศ. 2408 ถึงปีมะโรง พ.ศ. 2411) ตอนที่ 280 ประกาศมหาสงกรานต์ ปีมะโรงสัมฤทธิศก (พ.ศ. 2411)

"ในปีมะโรงสัมฤทธิศกนี้ วันอังคารเดือนภัทรบท คือเดือน ๑๐ ขึ้นค่ำหนึ่งจะมีสุริยุปราคา ที่กรุงเทพมหานครจะเห็นในเวลาสาย ๆ ไป แลสุริยุปราคาครั้งนี้ จะเห็นทั่วกันตลอดพระราชอาณาจักรตั้งแต่หัวเมืองปักษ์ใต้ฝ่ายเหนือบรรดาที่จะได้รับหนังสือพิมพ์นี้ แต่เวลาเมื่อจะจับนั้น จะเห็นไม่เสมอกัน ...ที่ตำบลใกล้เมืองกุยเมืองประจวบคีรีขันธ์ทั้งในบกแลในทเล จะเห็นจับหมดดวงพระอาทิตย์ทีเดียว จะมีแต่แสงเรืองๆ รอบพระอาทิตย์อยู่สักนาฑีหนึ่งสองนาฑี แต่ซึ่งจะเห็นอย่างนี้น้อยตำบลทีเดียว ที่จะเห็นจับไปหมดดวงนั้นมาก..."

3) ประชุมประกาศรัชกาลที่ 4 ภาค 7 ตอนที่ 286 ประกาศสุริยุปราคาหมดดวง

"มีพระบรมราชโองการมารพระบัณฑูรสุรสิงหนาท ให้ประกาศแก่ข้าราชการผู้ใหญ่ผู้น้อย แลพระสงฆ์สามเณร แลทวยราษฎรทั้งปวงในกรุงเทพฯ แลหัวเมืองให้ทราบทั่วกันว่า สุริยุปราคาครั้งนี้จะมีในวันอังคาร เดือน ๑๐ ขึ้นค่ำ ๑ ปีมะโรงสัมฤทธิศก จะจับในเวลาเช้า ๔ โมงเศษไปจนเวลาบ่ายโมงเศษ จึงจะโมกษบริสุทธิ์ ก็สุริยุปราคาครั้งนี้ในกรุงเทพฯ นี้จะไม่ได้เห็นจับหมดดวง จะเห็นดวงพระอาทิตย์เหลืออยู่น้อยข้างเหนือ แรกจับจะจับทิศพายัพข้อนอุดร ในเวลาเช้า ๔ โมงกับบาทหนึ่ง แล้วหันคราธไปข้างใต้จนถึงเวลา ๕ โมง ๗ บาท จะสิ้นดวงข้างทิศอาคเณ ครั้นเวลา ๕ โมง ๘ บาทแล้วพระอาทิตย์จะออกจากที่บังข้างทิศพายัพ ครั้นบ่ายโมงกับ ๖ บาทจะโมกษบริสุทธิ์หลุดข้างทิศอาคเณ คำทายนี้ว่าที่ตำบลหัววาน

"แต่ในกรุงเทพฯ นี้ ... ต่อในทเลลงไปในทิศใต้โดยอย่างใกล้ทีเดียวถึงประมาณ ๖๐๐๐ เส้นเศษ จึงจะได้เห็นจับสิ้นดวง พระอาทิตย์มิดมืดอยู่นานถึงบาทหนึ่งของนาฬิกา คือ ๖ นาฑีนาฬิกากล แต่ในที่ต่าง ๆ เวลาจับนั้น บาทแลนาฑีก็คงไม่ต้องกัน ... แลการคำณวนสุริยุปราคาที่ว่าจะเปนเช่นนี้ ได้ทรงด้วยพระองค์ทราบเปนแน่มานาน ก่อนความเล่าลือกันอื้ออึงในคนต่างประเทศจะทราบ เพราะคนต่างประเทศอื้ออึงในเร็ว ๆ นี้ก็หาไม่ ได้ทรงกำหนดไว้ว่าจะเสด็จพระราชดำเนินลงไปทอดพระเนตร บัดนี้กำหนดนั้นถึงแล้วจึงจะเสด็จพระราชดำเนินออกไปเมืองประจวบคีรีขันธ์ พร้อมด้วยพระราชวงศานุวงศ์บางพระองค์แลเสนาบดีบางท่าน ทอดพระเนตรสุริยุปราคาที่ในอ่าวทเลชื่ออ่าวแม่รำพึงแขวงเมือง ประจวบคีรีขันธ์ ... "



แผนที่แสดงพื้นที่ที่เห็นสุริยุปราคาเต็มดวง วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 โดยแนวคราสเต็มดวงปรากฏเป็นแถบพื้นที่ระหว่างเส้นสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เงามืดของดวงจันทร์พาดผ่านไปบนพื้นผิวโลก

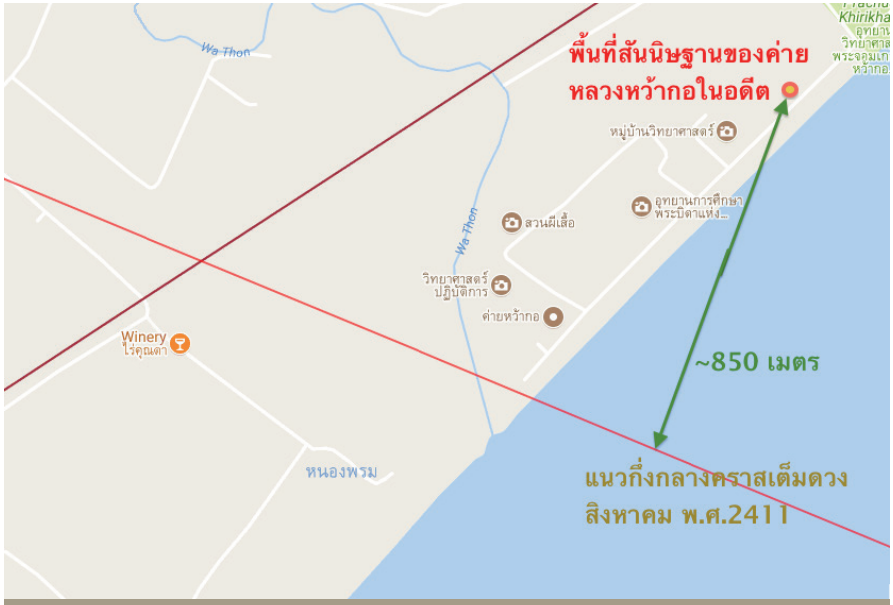
สมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชโองการให้เจ้าพระยาศรีสุริยวงศ์ จัดการเกณฑ์คนในหัวเมืองชายฝั่งทะเลตั้งแต่เมืองเพชรบุรีไล่ลงใต้ไปจนถึงเมืองปะทิว (อ.ปะทิว จ.ชุมพร) เพื่อก่อสร้างค่ายหลวง (ประกอบด้วยพลับพลาประทับแรม ที่พักสำหรับข้าราชการและพระราชอาคันตุกะ) ก่อนที่เสด็จทอดพระเนตรสุริยุปราคาครั้งนี้ที่หว้ากอ พร้อมด้วยเชื้อพระวงศ์ ข้าราชบริพาร อีกทั้งคณะชาวตะวันตก ที่รัชกาลที่ 4 ทรงเชิญเข้าร่วมเป็นพระราชอาคันตุกะ และที่กราบทูลขอพระราชานุญาตเข้าร่วมสังเกตการณ์ประกอบด้วย

- คณะชาวอังกฤษ: เซอร์แฮร์รี ออร์ด ผู้สำเร็จราชการอังกฤษประจำสิงคโปร์และภรรยา พร้อมคณะทหารช่างสำรวจชาวอังกฤษ และผู้รักษาการกงสุลอังกฤษประจำกรุงเทพฯ

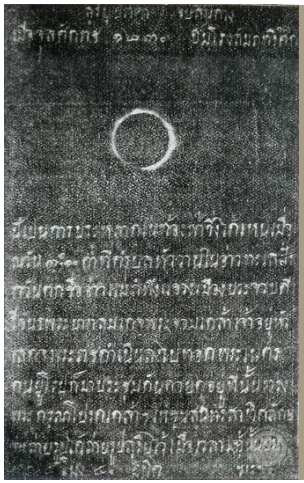
- คณะชาวฝรั่งเศส: เอดูอาร์ สเตอฟอง ผู้อำนวยการหอดูดาวเมืองมาร์แซย์ และคณะนักดาราศาสตร์ชาวฝรั่งเศส, ฌ็อง บัปติสต์ หลุยส์ ปีแยร์ ผู้อำนวยการสวนพฤกษชาตินครไซ่ง่อน (มาศึกษาพฤติกรรมของพืชและสัตว์ขณะเกิดสุริยุปราคา) และกงสุลฝรั่งเศสประจำกรุงเทพฯ

- ชาวตะวันตกคนอื่น ๆ ในกรุงเทพฯ: แดเนียล บีช บรัดเลย์ (หมอบรัดเลย์) มิชชันนารีชาวอเมริกันผู้เผยแพร่ศาสนาคริสต์ นิกายโปรเตสแตนต์ และจัดพิมพ์ตำรา-หนังสือพิมพ์ข่าวสู่ชาวสยาม

พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงฉายร่วมกับผู้สำเร็จราชการอังกฤษประจำสิงคโปร์และคณะ ที่พลับพลาสำหรับการเสด็จทอดพระเนตรสุริยุปราคาเต็มดวง พ.ศ. 2411 ณ ค่ายหลวง ตำบลหว้ากอ ประจวบคีรีขันธ์



แผนที่แสดงเส้นกึ่งกลางแนวคราสเต็มดวง (แนวที่เงามืดของดวงจันทร์พาดผ่าน) ตามข้อมูลการคำนวณสุริยุปราคาเต็มดวงย้อนหลังของ Fred Espenak จากศูนย์อวกาศ Goddard องค์การนาซา ของสหรัฐฯ (เส้นสีแดงในแผนที่) ซึ่งเป็นการคำนวณข้อมูลสุริยุปราคาย้อนหลังที่แม่นยำที่สุดในปัจจุบัน จะเห็นว่าระยะดังกล่าวไม่ถึง 1 กิโลเมตร ถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับความกว้างของเงามืดดวงจันทร์ ระหว่างที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวงที่หว้ากอ (กว้างกว่า 200 กิโลเมตร)



ภาพถ่ายสุริยุปราคาเต็มดวง 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411
จากค่ายหลวงหว้ากอ โดยขุนสุนทรสาทิศลักษณ์
(จิตร จิตราคนี หรือฟรานซิส จิตร)
อดีตช่างถ่ายรูปหลวงและช่างถ่ายรูปชาวสยามรุ่นบุกเบิก

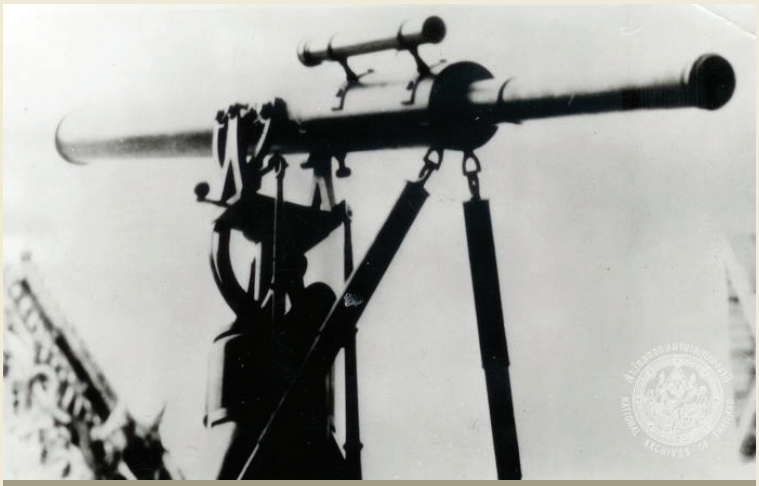
นอกจากนี้ สิ่งอื่นๆ ที่บ่งชี้ว่าพระองค์ทรงมีพระราชนิยมในเรื่องดาราศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็น...

- จิตรกรรมฝาผนังรูปวัตถุในระบบสุริยะ (เช่น ดวงจันทร์ ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์) ที่วาดตามแบบองค์ความรู้ดาราศาสตร์ตะวันตก แทรกตัวตามจิตรกรรมรูปประเพณีในราชสำนักสยาม ในวัดบรมนิวาสราชวรวิหาร กรุงเทพฯ ซึ่งเป็นวัดที่สร้างขึ้นภายใต้การกำกับของรัชกาลที่ 4 เมื่อครั้งยังเป็นพระภิกษุก่อนขึ้นครองราชย์ สะท้อนแนวคิดทางดาราศาสตร์ที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางระบบสุริยะ โดยวาดรูปดวงอาทิตย์ไว้บนผนังด้านหลังพระประธาน

ส่วนหนึ่งของจิตรกรรมฝาผนังในพระอุโบสถ วัดบรมนิวาสราชวรวิหาร แสดงให้เห็นรูปดาวเสาร์ พร้อมวงแหวนและดวงจันทร์บริวาร ซึ่งวงแหวนและดวงจันทร์บริวารของดาวเสาร์นั้น ต้องใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องถึงจะมองเห็น อีกทั้งสยามในช่วงเวลาที่สร้างวัดนี้ (ก่อนรัชกาลที่ 4 จะทรงขึ้นครองราชย์) ก็แทบจะไม่มีกล้องโทรทรรศน์ใช้งานเลย

ภาพนี้จึงควรมีต้นแบบจากตำราดาราศาสตร์ตะวันตกที่ระบุว่าดาวเสาร์มีวงแหวนและดวงจันทร์บริวาร บ่งชี้ให้เห็นว่าดาราศาสตร์ตะวันตกน่าจะกลับเข้ามาในสยามอีกรอบ หลังจากที่เคยเข้ามาแล้วในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช

- อุปกรณ์วิทยาศาสตร์หลายชิ้นที่ทรงครอบครองและใช้งาน ทั้งในช่วงก่อนและช่วงขึ้นครองราชย์แล้ว เช่น นาฬิกา เครื่องมือวัดสภาพอากาศ (อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความเร็วลม) เครื่องวัดมุมสำหรับหาพิกัดภูมิศาสตร์ และกล้องโทรทรรศน์



ภาพถ่ายกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว

- ประกาศแจ้งราษฎรเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ นอกเหนือจากสุริยุปราคา เช่น จันทรุปราคา ดาวพุธผ่านหน้าดวงอาทิตย์ การปรากฏของดาวหางและดาวตก อย่างเช่น 'ประกาศดาวหางขึ้นอย่าให้วิตก' และ 'ประกาศดาวหางปีระกาตรีศก' นับเป็นประกาศฉบับแรก ๆ จากราชสำนักสยาม ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ประชาชนไม่งมงายและหวาดกลัวปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ด้วยพระราชนิยมด้านดาราศาสตร์ของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว อีกทั้งการที่พระองค์ตัดสินใจเสด็จไปสังเกตการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2411 ที่หว้ากอ แม้จะทรงทราบว่าเป็นพื้นที่เสี่ยงจากโรคไข้ป่า (ไข้มาลาเรีย) ที่ชุกชุมในพื้นที่ดังกล่าวสมัยนั้น จนพระองค์ทรงได้รับเชื้อไข้ป่าและสวรรคตหลังเสด็จกลับมายังพระนคร สะท้อนให้เห็นว่าพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงสนพระทัยในวิชาดาราศาสตร์เป็นอย่างยิ่งจวบจนช่วงสุดท้ายในรัชสมัยของพระองค์

www.NARIT.or.th | NARIT
National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

การสังเกตการณ์สุริยุปราคาอย่างปลอดภัย

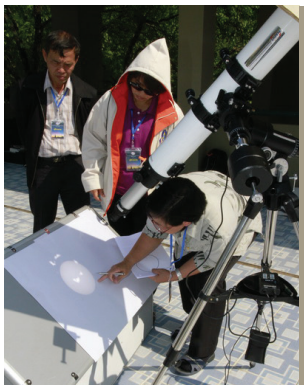
ขณะที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์อย่างสมบูรณ์ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงจะสามารถเห็นด้วยตาเปล่าได้แต่ถ้าการบังยังไม่สมบูรณ์จะไม่สามารถสังเกตด้วยตาเปล่าได้เพราะจะเกิดอันตรายกับดวงตา

1. การสังเกตการณ์สุริยุปราคาโดยตรง: ดูดวงอาทิตย์ผ่านอุปกรณ์กรองแสงต่าง ๆ ไม่ว่าจะมองด้วยตาเปล่าผ่านอุปกรณ์ หรือติดอุปกรณ์ครอบหน้ากล้องโทรทรรศน์ ดังนี้

- ฟิล์มขาวดำที่ถูกแสงและล้างแล้ว (ฟิล์มสีไม่สามารถใช้กรองแสงได้ปลอดภัย)
- แผ่นพลาสติกกรองแสงไมลาร์ (Mylar Filter)
- แผ่นกรองแสงสำหรับหน้ากากช่างเชื่อมโลหะ (Welding Helmet Filter / Welders Goggles) เบอร์ 14 เป็นต้นไป
- แผ่นกรองแสงแบบกระจกเคลือบโลหะ (Metallic Glass Filter)
- แผ่นกรองแสงแบบไฮโดรเจนแอลฟา (H-α Filter)

2. การสังเกตการณ์สุริยุปราคาทางอ้อม:

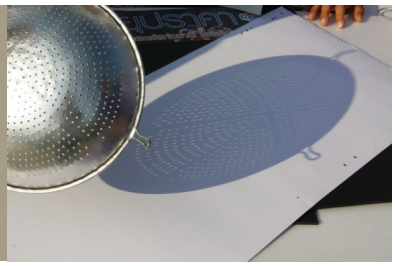
- เล็งกล้องโทรทรรศน์ไปยังดวงอาทิตย์ แล้วเอาฉากมารับภาพ



การใช้กล้องโทรทรรศน์เล็งไปยังดวงอาทิตย์ แล้วนำฉากมารับภาพ

- ใช้หลักการ 'กล้องรูเข็ม' โดยเจาะรูบนวัสดุที่ต้องการ แล้วนำฉากมารับภาพ ซึ่งภาพดวงอาทิตย์จะปรากฏในเงาของวัสดุที่เจาะรู

การใช้หลักการกล้องรูเข็ม ซึ่งในภาพนี้เป็นการใช้วัสดุที่มีรูอยู่แล้ว โดยหากวัสดุที่มีหลายรู ก็จะทำให้เกิดภาพดวงอาทิตย์หลายภาพ



ต้นไม้ก็สามารถทำให้เกิดภาพดวงอาทิตย์ตามหลักการกล้องรูเข็มได้เช่นกัน
โดยช่องว่างระหว่างใบไม้ทำหน้าที่เป็นรูเข็มให้แสงผ่านได้

NARIT

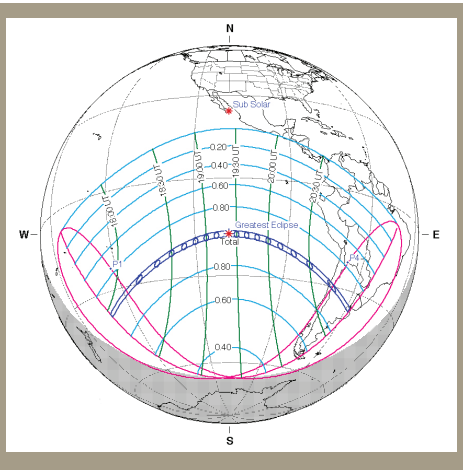
National Astronomical Research Institute of Thailand
(Public Organization)

สุริยุปราคาในปี พ.ศ. 2562

- สุริยุปราคาเต็มดวง วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

เป็นสุริยุปราคาเต็มดวงในชุดซารอสที่ 127 **ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ที่ประเทศไทย** สังเกตได้เพียงบริเวณเล็ก ๆ ในทวีปอเมริกาใต้ก่อนดวงอาทิตย์ตก ดวงอาทิตย์จะอยู่ในเงาของดวงจันทร์เป็นระยะเวลาประมาณ 2-3 นาที ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของผู้สังเกต โดยมีอัตราส่วนขนาดปรากฏของดวงจันทร์ต่อขนาดปรากฏของดวงอาทิตย์เท่ากับ 1.0459

สามารถสังเกตเห็นสุริยุปราคาเต็มดวงได้ที่ประเทศชิลี บริเวณแคว้นโกกิมโบ และประเทศอาเจนตินา บริเวณจังหวัดซานฮวน ลาริโอฆา ซานลุยส์ กอร์โดบา ซานตาเฟ และบัวโนสไอเรส และสามารถสังเกตเห็นสุริยุปราคาบางส่วนได้หลายพื้นที่ในทวีปอเมริกาใต้

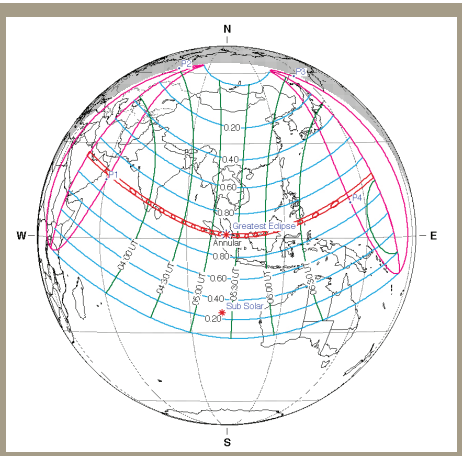


แผนที่โลกแสดงบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง
วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

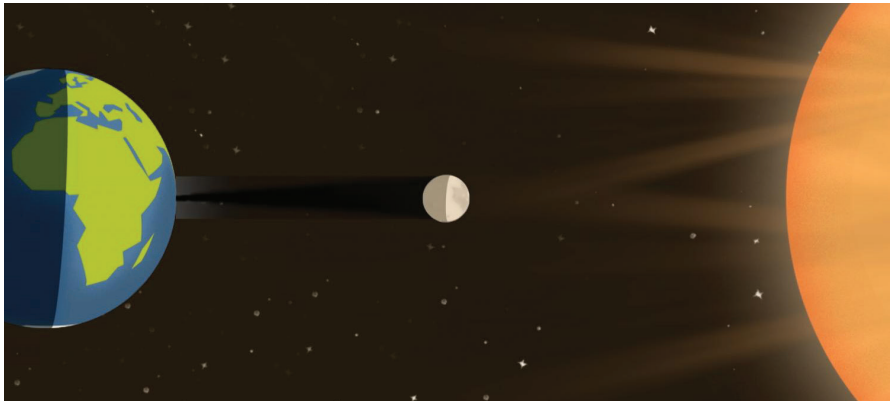
- สุริยุปราคาวงแหวน วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2562

เป็นสุริยุปราคาวงแหวนในชุดซารอสที่ 132 สามารถสังเกตเห็นได้หลายประเทศในทวีปเอเชีย **(ประเทศไทยจะสังเกตเห็นเป็นสุริยุปราคาบางส่วน)** ดวงอาทิตย์จะปรากฏเป็นวงแหวนเป็นระยะเวลาประมาณ 3-4 นาที ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของผู้สังเกต มีอัตราส่วนขนาดปรากฏของดวงจันทร์ต่อขนาดปรากฏของดวงอาทิตย์เท่ากับ 0.9701 สามารถสังเกตเห็นสุริยุปราคาวงแหวนได้หลายประเทศ ได้แก่ ซาอุดีอาระเบีย กาตาร์ สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ โอมาน ตอนใต้ของอินเดีย ศรีลังกา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และสิงคโปร์ ซึ่งเวลาที่ดวงจันทร์เริ่มเข้ามาบังดวงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับลองจิจูดของผู้สังเกต

ประเทศไทยจะสามารถสังเกตเห็นเป็นสุริยุปราคาบางส่วน ใช้เวลาตั้งแต่เริ่มบังไปจนสิ้นสุดการบังประมาณ 3-4 ชั่วโมง ดวงอาทิตย์จะถูกบดบังมากที่สุดตั้งแต่ 40-70% ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของผู้สังเกต



แผนที่โลกแสดงบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาวงแหวน วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2562



ตารางแสดงเวลาการเกิดสุริยุปราคาบางส่วน ในประเทศไทย
วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2562

จังหวัด	เริ่มบัง (น.)	บังมากที่สุด (น.)	สิ้นสุดการบัง (น.)	เปอร์เซ็นต์การบัง
เชียงราย	10:47	12:00	13:44	40.8
แม่ฮ่องสอน	10:15	11:53	13:40	45.0
เชียงใหม่	10:18	11:57	13:44	44.1
ลำปาง	10:19	12:00	13:46	45.1
พิษณุโลก	10:20	12:03	13:52	48.4
อุดรธานี	10:29	12:13	13:59	45.7
ขอนแก่น	10:28	12:13	14:00	48.2
อุบลราชธานี	10:33	12:22	14:09	50.9
นครราชสีมา	10:24	12:11	14:01	52.5
นครสวรรค์	10:19	12:03	13:53	51.6
ลพบุรี	10:19	12:05	13:56	53.8
กาญจนบุรี	10:15	12:01	13:54	56.7
กรุงเทพฯ	10:18	12:05	13:57	56.9
ฉะเชิงเทรา	10:20	12:07	13:59	56.7
ประจวบคีรีขันธ์	10:15	12:03	13:58	63.0
สุราษฎร์ธานี	10:12	12:01	13:59	72.2

จังหวัด	เริ่มบัง (น.)	บังมากที่สุด (น.)	สิ้นสุดการบัง (น.)	เปอร์เซ็นต์การบัง
นครศรีธรรมราช	10:14	12:05	14:02	73.4
ภูเก็ต	10:10	11:59	13:57	76.3
ตรัง	10:13	12:04	14:02	76.4
สงขลา	10:16	12:09	14:06	78.0
นราธิวาส	10:19	12:13	14:10	79.6

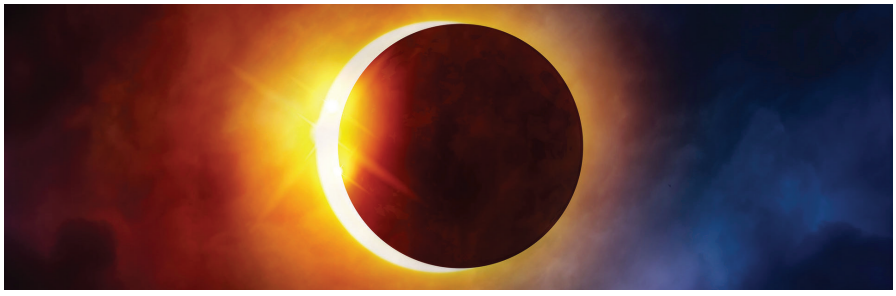
การศึกษาสุริยุปราคาในปัจจุบัน

นอกจากการศึกษาสเปกตรัมของดวงอาทิตย์เพื่อค้นหาธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของดวงอาทิตย์และทดสอบทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปแล้ว ตัวอย่างหัวข้อของการศึกษาเกี่ยวกับสุริยุปราคาในยุคปัจจุบันได้แก่

1) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับดวงอาทิตย์

เนื่องจากขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง ดวงจันทร์มีขนาดใหญ่พอที่จะบังดวงอาทิตย์ทั้งดวง จนสามารถเห็นบรรยากาศรอบนอกของดวงอาทิตย์ได้ ประกอบด้วยชั้นโครโมสเฟียร์ และชั้นโคโรนา

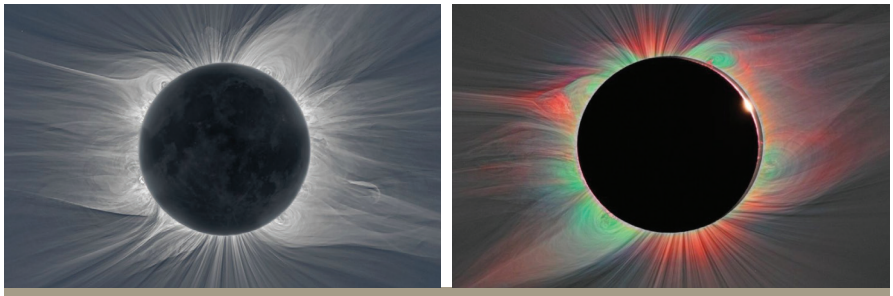
กระแสของอนุภาคมีประจุไฟฟ้าที่ดวงอาทิตย์แผ่ออกมาสู่อวกาศ เรียกว่า ลมสุริยะ (Solar Wind) เมื่อเกิดการปะทุปล่อยลมสุริยะปริมาณมากในคราวเดียวผ่านบรรยากาศชั้นโคโรนาออกสู่อวกาศ เรียกว่า ‘การปล่อยมวลโคโรนา’ (Coronal Mass Ejection: CME) หากลมสุริยะปริมาณมากที่มากับ CME มีทิศทางพุ่งเข้าหาโลก จะสามารถทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าบนดาวเทียมและยานอวกาศ ส่งผลต่อเนื่องต่อระบบนำทาง รวมถึงระบบการสื่อสาร (ทั้งวิทยุและโทรทัศน์) และโรงไฟฟ้า ดังนั้น การศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับบรรยากาศชั้นโคโรนาจึงมีความสำคัญ



ภาพถ่ายสุริยุปราคาเต็มดวง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 จากเกาะเตอร์นาเต ประเทศอินโดนีเซีย

หัวข้อการศึกษาเกี่ยวกับดวงอาทิตย์ที่นักวิทยาศาสตร์สนใจในช่วงเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง ได้แก่

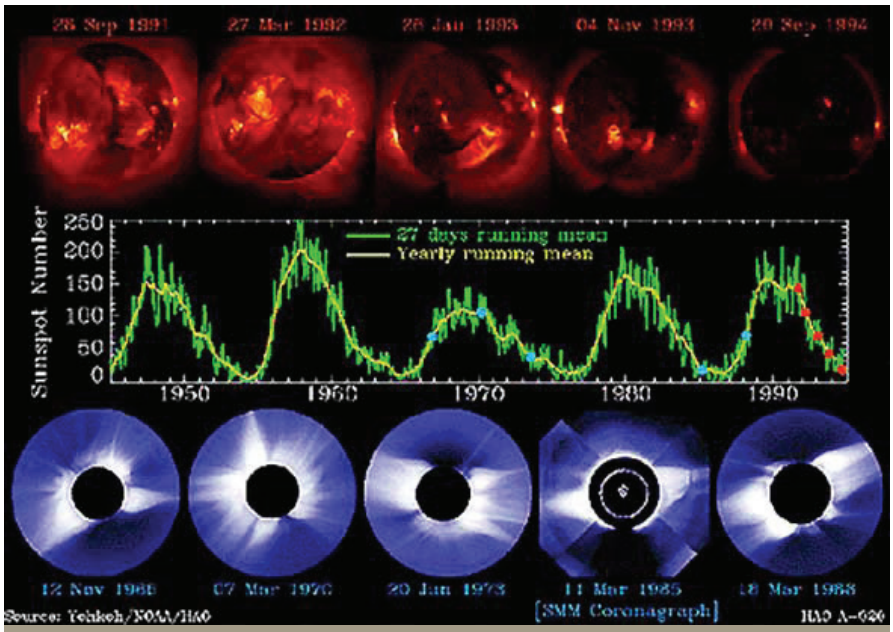
- **การทำแผนที่อุณหภูมิของชั้นโคโรนาดวงอาทิตย์** โดยการวัดการกระจายตัวของสเปกตรัมแบบเส้นสว่าง (Emission Line) ที่ไอออน (อะตอมที่ได้รับหรือสูญเสียอิเล็กตรอนจนเสียความเป็นกลางทางไฟฟ้า) ต่างประเภทของธาตุชนิดเดียวกันเปล่งออกมา



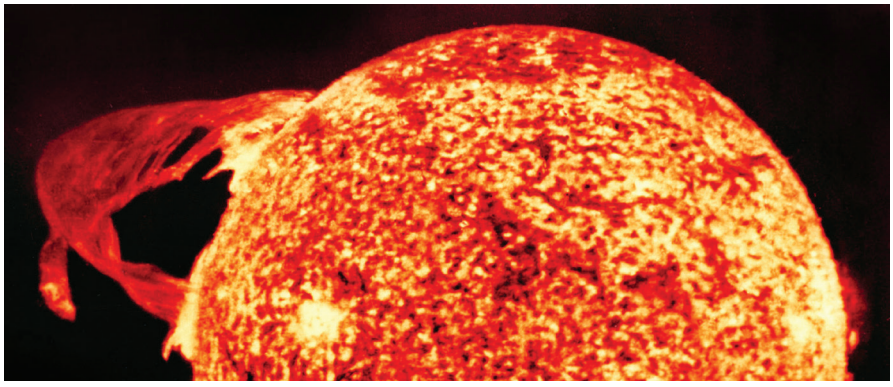
ภาพเปรียบเทียบภาพสุริยุปราคาเต็มดวง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 กับภาพสุริยุปราคาเต็มดวงที่ซ้อนข้อมูลการกระจายตัวของไอออนธาตุเหล็ก โดยพื้นที่สีเขียวเป็นบริเวณที่มีสเปกตรัม Fe X และ Fe XI (อะตอมธาตุเหล็กสูญเสียอิเล็กตรอน 9-10 ตัว) ซึ่งจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่สีแดง ที่เป็นบริเวณที่มีสเปกตรัม Fe XIII และ Fe XIV (อะตอมธาตุเหล็กสูญเสียอิเล็กตรอน 12-13 ตัว)

National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

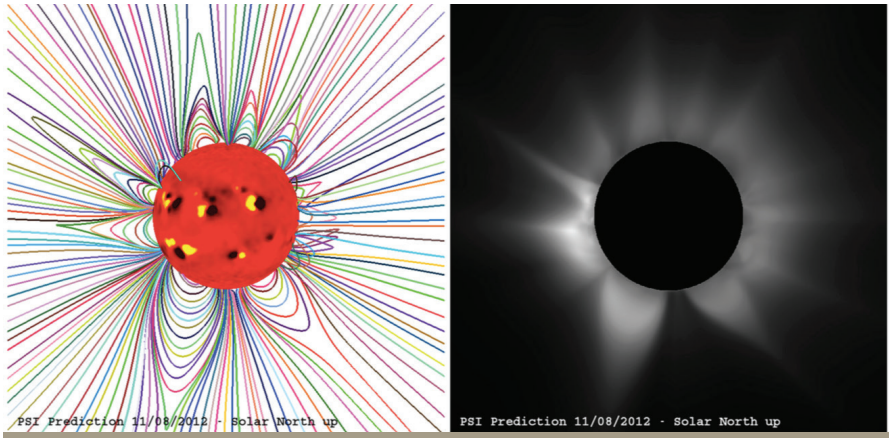
- รูปแบบกระจายตัวของลมสุริยะ ในบรรยากาศชั้นโคโรนาของดวงอาทิตย์ ตลอดช่วงวัฏจักรสุริยะ (Solar Cycle) ซึ่งเป็นวัฏจักรระหว่างช่วงที่ดวงอาทิตย์มีจำนวนจุดบนดวงอาทิตย์น้อย มีการประทุน้อยครั้ง (เรียกว่า Solar Minimum) กับช่วงที่ดวงอาทิตย์มีจำนวนจุดบนดวงอาทิตย์มาก มีการประทุค่อนข้างถี่ (เรียกว่า Solar Maximum)



รูปแบบการกระจายตัวของลมสุริยะ กับวัฏจักรสุริยะ จะเห็นได้ว่าช่วงที่เป็น Solar Minimum พวยของลมสุริยะในชั้นโคโรนาจะกระจุกตัวในบริเวณระนาบเส้นศูนย์สูตรของดวงอาทิตย์ (สุริยุปราคา ค.ศ. 1973 และ ค.ศ. 1988) ขณะที่ช่วง Solar Maximum พวยของลมสุริยะจะแผ่ยาวเหยียดออกมาทุกทิศทุกทาง



- การเปรียบเทียบการกระจายตัว ของลมสุริยะในชั้นโคโรนา กับแบบจำลองสนามแม่เหล็กเชิงทฤษฎีขณะเกิดสุริยุปราคา



แผนภาพเปรียบเทียบแบบจำลองการกระจายตัวของสนามแม่เหล็กดวงอาทิตย์ กับการคาดการณ์กระจายตัวของชั้นโคโรนา ในช่วงที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555

- การศึกษาโครงสร้างของบรรยากาศรอบนอกของดวงอาทิตย์ จากชั้นโคโรนาไปจนถึงชั้นโครโมสเฟียร์

2) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับดวงจันทร์

เนื่องจากดวงจันทร์เป็นวัตถุที่อยู่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์กับโลกขณะเกิดสุริยุปราคา เป็นตัวทอดเงาลงสู่พื้นผิวโลก ดังนั้น ขอบของดวงจันทร์จึงมีความสัมพันธ์กับขอบของเงาดวงจันทร์ด้วย การประยุกต์ใช้แผนที่ระดับความสูงต่ำของภูมิประเทศบนดวงจันทร์ ที่ได้จากยานสำรวจดวงจันทร์ ร่วมกับแผนที่ระดับความสูงต่ำของภูมิประเทศบนโลก จะช่วยให้นักดาราศาสตร์สามารถประเมินขอบของเงามืดดวงจันทร์ ในเวลาต่าง ๆ ช่วงที่เกิดสุริยุปราคาได้

แผนที่แสดงการคาดการณ์รูปร่างของเงามืดของดวงจันทร์ ที่ทอดลงไปบนพื้นผิวโลกระหว่างที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 จะเห็นได้ว่าขอบเงามืดของดวงจันทร์จะมีลักษณะเป็นหยักและไม่เรียบ เป็นผลมาจากความขรุขระของพื้นผิวดวงจันทร์และโลก เช่น ภูเขาหรือหุบเหว

3) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโลก

เนื่องจากช่วงที่เกิดสุริยุปราคา ปริมาณรังสี ณ พื้นที่แห่งหนึ่ง (ทั้งพื้นผิวและบรรยากาศ) บนโลกจะได้รับปริมาณพลังงานจากดวงอาทิตย์น้อยลง นักวิทยาศาสตร์จึงสนใจว่าการลดลงของปริมาณพลังงานดังกล่าว จะส่งผลต่อสภาพอากาศ (เช่น อุณหภูมิ ความกดอากาศ) ณ พื้นที่บนโลกที่เกิดสุริยุปราคาหรือไม่ รวมไปถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับอนุภาคในบรรยากาศชั้นบนของโลกที่ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ เช่น สภาพการนำไฟฟ้าของไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) และโอโซนในบรรยากาศชั้นบน

นอกจากนั้น พฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ต่าง ๆ ระหว่างที่เกิดสุริยุปราคาก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์สนใจศึกษาเช่นกัน

ภาพถ่ายเงาของดวงจันทร์ที่ทอดตกลงมายังพื้นผิวโลกจากดาวเทียม นักวิทยาศาสตร์พบว่าพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่โลกได้รับ มีอัตราลดลงไปเร็วกว่าช่วงที่ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้ามากกว่า 5 เท่า จึงแทบถือได้ว่าพลังงานจากดวงอาทิตย์บนพื้นผิวโลกใต้เงามืดของดวงจันทร์ลดลงอย่างฉับพลัน

ที่มา :

- ตำราดาราศาสตร์สมัยใหม่จากชาติตะวันตก [ที่มาของภาพ: สำนักราชเลขาธิการ ในพระบรมมหาราชวัง]

- แผนที่แสดง 'แนวคราสเต็มดวง' หรือพื้นที่ที่เห็นสุริยุปราคาเต็มดวง วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 [ที่มาของข้อมูล: Fred Espenak/GSFC/NASA]

- พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงฉายร่วมกับผู้สำเร็จราชการอังกฤษประจำสิงคโปร์และคณะ [ภาพจากหอจดหมายเหตุแห่งชาติ กรมศิลปากร]

- ภาพถ่ายสุริยุปราคาเต็มดวง 18 สิงหาคม พ.ศ. 2411 จากค่ายหลวงหว้ากอ [ภาพจากหอจดหมายเหตุแห่งชาติ กรมศิลปากร]

- ภาพถ่ายกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว [ภาพจากหอจดหมายเหตุแห่งชาติ กรมศิลปากร]

- แผนที่โลกแสดงบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาวงแหวน วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

[ภาพอนุเคราะห์จาก Eclipse Predictions by Fred Espenak, NASA's GSFC]

- แผนที่โลกแสดงบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคาเต็มดวง วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2562 [ภาพอนุเคราะห์จาก Eclipse Predictions by Fred Espenak, NASA's GSFC]

- ภาพเปรียบเทียบภาพสุริยุปราคาเต็มดวง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 กับภาพสุริยุปราคาเต็มดวงที่ซ้อนข้อมูลการกระจายตัวของไอออนธาตุเหล็ก [ที่มาของภาพ: M. Druckmüller]

- รูปแบบการกระจายตัวของพวยพุ่งของลมสุริยะ กับวัฏจักรสุริยะ [ที่มาของภาพ: Yohkoh/NOAA/HAO]

- แผนภาพเปรียบเทียบแบบจำลองการกระจายตัวของสนามแม่เหล็กดวงอาทิตย์ กับการคาดการณ์กระจายตัวของชั้นโคโรนา [ที่มาของภาพ: Predictive Science Inc.]

- แผนที่แสดงการคาดการณ์รูปร่างของเงามืดของดวงจันทร์ ที่ทอดลงไปบนพื้นผิวโลกระหว่างที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวง [ที่มาของภาพ: NASA/Goddard/SVS/Ernie Wright]

- ภาพถ่ายเงาของดวงจันทร์ที่ทอดตกลงมายังพื้นผิวโลกจากดาวเทียม [ที่มาของภาพ: NASA/DSCOVR-EPIC Team]

▶ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร
National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)
เลขที่ 260 หมู่ 4 ตำบลดอนแก้ว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180
โทรศัพท์: 0-5312-1268-9 โทรสาร: 0-5312-1250

▶ สำนักงานประสานงาน กรุงเทพฯ
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
ชั้นที่ 2 เลขที่ 75/47 กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ซอยโยธี ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 0-2354-6652 โทรสาร : 0-2354-7013

▶ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา
Regional Observatory for the Public Chachoengsao
เลขที่ 999 หมู่ 3 ตำบลวังเย็น อำเภอแปลงยาว จังหวัดฉะเชิงเทรา 24190
โทรศัพท์ : 0-3858-9395 โทรสาร : 0-3858-9396

▶ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา
Regional Observatory for the Public Nakhon Ratchasima
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ : 0-4421-6254 โทรสาร : 0-4421-6255

▶ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา
Regional Observatory for the Public Songkhla
เลขที่ 79/4 หมู่ที่ 4 ซอยสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน ถนนสงขลา–นาทวี
ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000
โทรศัพท์: 0-7430-0868 โทรสาร: 0-7430-0867

NATIONAL ASTRONOMICAL RESEARCH
INSTITUTE OF THAILAND
(PUBLIC ORGANIZATION)

E-mail : info@narit.or.th • www.NARIT.or.th

พิมพ์ครั้งที่ 4
ตุลาคม 2563